

总目录

编程篇

第一章 BASIC 程序设计教程	1
第二章 测量宏程序使用说明	9

技术篇

第三章 50 系统测头安装与调试	17
第四章 非接触式对刀程序使用说明	25
第五章 50 系统外部功能使用说明	49
第六章 在机测量随形倒角加工应用说明	85
第七章 50 系统曲面补偿功能应用	95
第八章 50 系统多轴测量补偿加工说明	101
第九章 在机测量特殊功能应用说明	116
第十章 在机检测在制程管控方面的应用	127

市场篇

第十一章 50 系统在机测量技术与其他厂商对比	132
第十二章 激光对刀仪的应用需求	136

附录

第十三章 运用 G100 定制实用功能的典型案例	137
--------------------------------	-----

BASIC 程序设计教程

目 录

第一节 BASIC 的操作.....	2
1、十进制 BASIC 的启动.....	2
2、装入程序和执行	2
3、程序的输入	2
5、BASIC 的退出.....	2
6、调试	2
第二节 BASIC 的语法.....	2
1、PRINT 语句	2
2、数值表达式	2
3、逻辑表达式	2
4、变量	2
5、小数	3
6、字符串	3
7、数组	3
8、INPUT 语句.....	4
9、IF ~ END IF 结构语句	4
10、FOR ~ NEXT 结构语句	4
11、DO WHILE ~ LOOP 结构语句.....	4
12、EXIT DO 语句	4
13、画图语句	5
14、BASIC 程序限制.....	5
第三节 函数	5
1、内部函数	5
2、DEF 语句.....	6
3、外部函数.....	6
第四节 文件操作	7
1、打开和关闭文件	7
2、文件的读取	7
3、文件的输出	7

第一节 BASIC 的操作

1、十进制 BASIC 的启动

Windows 系统，在资源管理器中选择十进制 BASIC 的文件夹，双击图标  即可。

2、装入程序和执行

单击  可以装入 BASIC 程序。

十进制 BASIC 附带了很多示范程序，选择打开后，单击  就可以执行。

在程序执行过程中如要中断按菜单下  按钮。

3、程序的输入

BASIC 启动后，空白屏幕就自处于可以输入程序状态。在输入程序语句后，系统会自动将“机器指令”或保留字自动转换成大写。如果你想由键盘直接开始执行，请按 F9 键。

4、程序的编辑

第二节 BASIC 的语法

1、PRINT 语句

1) PRINT 语句可以用来显示一个字符串或者数值，例如：

在 BASIC 输出窗口显示数字 3.14

```
PRINT 3.14
```

```
END
```

在 BASIC 输出窗口显示字符串“hello world”

```
PRINT "hello world"
```

```
END
```

2) 可以使用逗号或分号分隔的多个项目通过使用逗号分隔的项目，每个项目占 25 倍数个字符位置：

示例程序	执行结果
PRINT 1,2,3,4 END	1 2 3 4

通过使用分号分隔项目，项目之间留一个定位符（2 个空格）：

示例程序	执行结果
PRINT 1;2;3;4 END	1 2 3 4

说明：程序前面的行号可以省略。

2、数值表达式

剪切、拷贝、粘贴的功能均可以在编辑中使用。剪切、拷贝前必须选择需要处理的文本。编辑好的程序，可以选[File]=>[Save]加以保存，可以存为*.BAS 或*.TXT，建议用*.BAS。

5、BASIC 的退出

从菜单选择[File]的[Exit]即可。

6、调试

BASIC 中，有一种单步执行功能。按  图标程序就可以一行一行地开始执行，每一下按 Enter 键或 Ok 按钮程序就执行一行。Debug 窗口内单行将被执行的语句，以及执行过程当前步骤的各个变量的值。执行一行观察变量的变化，利于程序的调试。另外，Debug 窗口的回放按钮 ，可以用作执行过程的回放。

加法，减法，乘法和除法运算，分别用+,-,*,/表示。符号^表示幂运算，2*2*2 表示为 2^3。表达式的运算顺序，先执行幂运算，其次乘法和除法，然后加减去依次运行。同级运算符从左到右顺序。运算顺序可以括弧进行调整。

示例程序	执行结果
PRINT ((2+3)*4)^2	400
PRINT 3*(-4)	-12
END	

3、逻辑表达式

a 大于 b : a > b

a 小于 b : a < b

a 与 b 不相等(a≠b) : a <> b

AND, OR, NOT 用于复杂的条件表达式，例如：

条件“p 并且 q” BASIC 中写作“p AND q”

条件“p 或者 q” BASIC 中写作“p OR q”

否定用 NOT 表示，写在被否定的对象前。

AND, OR, NOT 混用时，NOT 优先级最高，AND 次之。如果有调整优先顺序，可以使用括弧。

4、变量

1) BASIC 中，变量用于表示计算机内部数值的在内存中的存贮位置。可以使用英文的大写字母或小写字母作为名字，在程序中不区分变量名的大小写，就是说，A 和 a 表示相同的变量。变

量只有一个最新的值，并没有“记忆”曾经用过的值的功能，换句话说，一旦一个新值赋入变量，变量旧的值将不再存在，也不能再使用了。

2) 变量的赋值使用 LET 语句。

示例程序	执行结果
LET x=10	16
LET y=6	
LET z=x+y	
PRINT z	
END	

5、小数

十进制 BASIC 的数值以十进制小数表示，最多以 16 位十进制数字表示变量计算结果（精确度不保证）。例如，SQR(36)能准确计算出 6。另外，如果角度单位为度，SIN(30)结果 0.5。但是，当 16 位十进制不能代表计算结果时将取近似值。下面的程序显示结果不为 0，原因是计算过程中进行了四舍五入处理。

示例程序	执行结果
LET A=1/3	3.33333333333333E-16
PRINT 1/3-A	
END	

十进制 BASIC 中每一次计算结果只能保证 15 位有效数字，当两个数非常接近时，误差就很容易显现出来。

6、字符串

- 字符串常量为程序中直接使用的字符串，一般需要在字符串前后以" "框起，以区别于一般的变量。例如：“hello world”
- 字符串的值，可以放在变量中。BASIC 语言的字符串变量，是变量名以\$符号结尾，例如：Name\$=" mali"
- 在两个字符串间用 & 这个运算操作符号进行字符串拼接。

示例程序	执行结果
LET name\$="Brown"	Mr. Brown
LET name\$="Mr. " & name\$	
PRINT name\$	
END	

7、数组

- BASIC 中使用 DIM 语句定义数组。例如：DIM ARR(5)表示 ARR(1)、ARR(2)、ARR(3)、

ARR(4)、ARR(5)这 5 个变量，简称为数组 ARR。每个数组元素用数组名 ARR 和下标编号 1..5 来识别，下标编号由括弧内的数字来表示。DIM 语句中下标，规定了数组中元素的上限个数，以预先分配的存储单元的个数；数组的名称与正常变量约定相同。下标的上限可以用 10，20 等固定数字书写。

示例程序	执行结果
DIM score(3)	4
LET score(1) = 5	
LET score(2) = 4	
LET score(3) = 7	
PRINT score(2)	
END	

- DIM 语句，可以一次声明多个数组，只须将各声明的数组间用逗号分开即可，如 DIM A(10),B(3),C(5)。
- 下标的最小值一般约定是 1，如果需从 0 开始，可以在声明语句前，增加语句 OPTION BASE 0。

示例程序	执行结果
OPTION BASE 0	3
DIM score(2)	
LET score(0) = 3	
LET score(1) = 2	
PRINT score(0)	
END	

- 数组可以定义为 2 维，3 维。如，DIM A(2,3)表示，包含元素 A(1,1)，A(1,2)，A(1,3)，A(2,1)，A(2,2)，A(2,3)等 6 个不同数组下标的的数组变量。

示例程序	执行结果
OPTION BASE 0	0 1 2
DIM score(2,2)	3 4 5
LET score(0,0) = 0	6 7 9
LET score(0,1) = 1	
LET score(0,2) = 2	
LET score(1,0) = 3	
LET score(1,1) = 4	
LET score(1,2) = 5	
LET score(2,0) = 6	
LET score(2,1) = 7	

LET score(2,2) = 8	
MAT PRINT score	
END	

说明 :使用 MAT 语句可以一次打印数组中的所有元素。

● 字符串数组

DIM name\$(5)定义了一个一维的字符串数组 name\$

示例程序	执行结果
DIM NAMES\$(2) LET NAMES\$(1)="Hello" LET NAMES\$(2)="world" MAT PRINT NAMES\$ END	Hello world

8、INPUT 语句

程序执行时的变量动态赋值可用使用 INPUT 语句。INPUT 语句，输入多个变量时，变量间名逗号分开。下面的程序，输入两个变量的值。

示例程序	执行结果
INPUT A,B PRINT A+B END	 <p>程序运行时，在弹出窗口中输入两个变量的值 1,2，点击“OK”按钮后，程序输出计算结果：3</p>

9、IF ~ END IF 结构语句

当条件成立和不成立的不同情况，需要执行不同的处理，就使用 IF 语句：

IF 条件 THEN

~

ELSE

~

END IF

如果仅需要执行条件成立时的语句，则 ELSE 语句可以省略。

示例程序	执行结果
LET A= -1 LET B= 3 IF A < B THEN PRINT A	-1

ELSE	
PRINT B	
END IF	
END	

10、FOR ~NEXT 结构语句

FOR ~ NEXT 为用于程序进行重复操作指令的语句。FOR 和 NEXT 指令总是成对使用，紧随 FOR 后的变量随着重复次数而变化，重复操作则指 FOR 和 NEXT 之间的语句指令块。

示例程序	执行结果
FOR A=1 TO 5	1
PRINT A	2
NEXT A	3
END	4
	5

可以用 STEP 指定步进的幅度，而且可以指定递增还是递减：

示例程序	执行结果
FOR A=5 TO 1 STEP -1	5
PRINT A	4
NEXT A	3
END	2
	1

11、DO WHILE ~ LOOP 结构语句

当满足特殊条件时，重复执行语句。

DO WHILE 条件

循环执行语句串

LOOP

这个结构语句在循环操作前，首先调用条件检查语句。如果一开始时检查条件不成立，则循环体内的语句将不会被执行。

示例程序	执行结果
LET A=0	1
DO WHILE A<5	2
LET A=A+1	3
PRINT A	4
LOOP	5
END	

12、EXIT DO 语句

EXIT DO 语句，用于 DO ~ LOOP 循环操作终止的控制，程序转移到 LOOP 后的下条语句。DO WHILE ~ LOOP 本身的条件语句，只对循

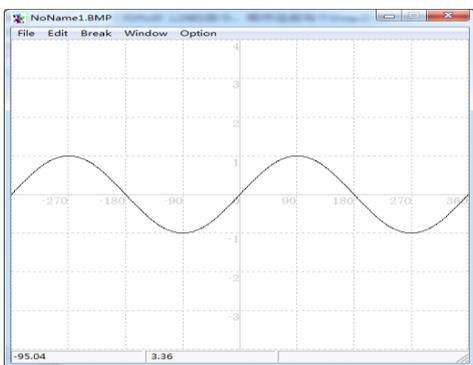
环体内语句是否执行进行判断，但是无法控制循环内的操作是否继续，也就是说 EXIT DO 语句可以使循环中途退出。

示例程序	执行结果
LET A=0	1
DO WHILE A<5	2
LET A=A+1	3
PRINT A	
IF A > 2 THEN	
EXIT DO	
END IF	
LOOP	
END	

13、画图语句

绘制正弦曲线：

```
OPTION ANGLE DEGREES
DEF f(x)=sin(x)
SET WINDOW -360,360,-4,4
DRAW GRID(90,1)
FOR x=-360 TO 360
    PLOT LINES: x,f(x);
NEXT
END
```



第三节 函数

模块化是程序设计的基本方法之一。函数为程序设计提供模块化的基础条件。

1、内部函数

BASIC 中定义了一些实用的内部函数，编程人员只需在自己的代码中调用它们即可完成相应的计算，而不需要重新编写这些内部函数。

一般函数

- SET WINDOW 语句设定坐标系
- DRAW GRID 显示坐标网格线
- PLOT LINES 连线

PLOT LINES 的 x, y 座标为逗号分开，连续的 PLOT LINES 将会前后连成线。

也可以在两点之间有分号连接，如 PLOT LINES: $x_1, y_1; x_2, y_2$ 时，两点 $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$ 将绘制一条连线。单独的 PLOT LINES 语句，是一种特殊形式，意味着取消与上一个点或下一个点的连线。

- SET POINT 画点

点的形状由 SET POINT STYLE 指令设定，形状为数字编号，对应的形状如下所示：

1	.	4	0
2	+	5	x
3	*		

点的颜色由 SET POINT COLOR 设定。点的绘制由 PLOT POINTS 指令完成，PLOT POINTS: x, y

14、BASIC 程序限制

整数：-32768~+32767

单精度数：-1.701411E+38~1.701411E+38

双精度数：-

1.701411834544556E+38~1.701411834544556E+38

字符串最多 64 个字符

语句标号 0~65529

程序单行长度最多 64 个字符

程序注释：“!” 叹号之后为注释

ABS(x)	Absolute, x 的绝对值
SQR(x)	Square Root, x 的正平方根, 要求 $x > 0$
INT(x)	Integer, 不大于 x 的最大整数, 如 $INT(3.1)=3, INT(-6.5)=-7$
MOD(x,y)	Modulus 取模, x 除以 y 的余数
CEIL(x)	Ceiling, 大于 x 的最小整数(进位法取整)
IP(x)	Integer Part, x 的整数部分

FP(x)	Fraction Part , x 的小数部分
ROUND(x,n)	x 取小数点后 n 位的值, 如 ROUND(3.1415,3)=3.142
SGN(x)	Sign , x 的符号。x>0 时 SGN(x)=1 , SGN(0)=0 , x<0 时 SGN(x)=-1
RND	模拟随机数(伪随机数), $0 \leq \text{RND} < 1$
MAX(a,b)	a,b 两值中的较大值
MIN(a,b)	a,b 两值中的较小值
PI	园周率 π 的近似值, 3.14159265358979

字符串函数

LEN (字符串)	求括号中字符串的长度 (即由多少个字符组成)。
MID\$ (字符串,M,N)	把字符串中第 m 个字符开始的 n 个字符作为该函数的值。省略 n 时, 则得到由 m 开始的全部字符。
LEFT\$ (字符串,N)	取字符串的前 n 个字符作为该函数的值。如果 $n \geq$ 字符串长度, 得到全部字符串。
RIGHT\$ (字符串,N)	取字符串的后 n 个字符作为该函数的值。如果 $n \geq$ 字符串长度, 得到全部字符串。
STR\$ (数学表达式)	将数学表达式转换成字符串

三角函数

SIN(x)	正弦函数 sine
COS(x)	余弦函数 cosine
TAN(x)	正切函数 tangent
COT(x)	余切函数 cotangent
CSC(x)	余割函数 cosecant
SEC(x)	正割函数 secant
ASIN(x)	$\sin\theta = x$ 时的 θ 值
ACOS(x)	$\cos\theta = x$ 时的 θ 值
ATN(x)	$\tan\theta = x$ 时的 θ 值
ANGLE(x,y)	连接原点和点(x,y)与 x 正轴的夹角

内部函数调用例子, 求 3 位自然数中, 能被 3 或 8 整除的数的总和

LET t=0

```

FOR n=100 TO 999
  IF MOD(n,3)=0 OR MOD(n,8)=0 THEN
    LET t=t+n
  END IF
NEXT n
PRINT t
END
  
```

2、DEF 语句

DEF 语句是数学函数的定义命令。

示例程序	执行结果
<pre> DEF f(x,y) = SQR(x^2 + y^2) LET a = a + 4*f(1,2) PRINT a END </pre>	8.94427190999916

3、外部函数

BASIC 提供了很多内部函数, 但并不足够。DEF 语句提供了用户自定义函数, 但 DEF 只能用于表达式形式的数值计算处理。BASIC 还提供了另一种函数定义功能, 用于复杂的处理。BASIC 的程序在 END 行的部分称为“主程序”。在 END 行以后的部分, 称为“外部程序”。

外部函数以 EXTERNAL FUNCTION 开始, 以 END FUNCTION 行结束。

EXTERNAL FUNCTION 行的写法, 包括函数名和参数两部分。参数用括弧括起。如果有两个或以上参数, 用逗号分开。

主程序在调用外部函数前, 必须先声明外部函数, 外部函数声明语句的写法:

DECLARE EXTERNAL FUNCTION 目标函数名

例 1, 求两个数 a,b 的最大公约数的函数 GCD(a,b):

```

DECLARE EXTERNAL FUNCTION GCD
FOR x=1 TO 100
  FOR y=x TO 100
    IF GCD(x,y)=1 THEN
      LET z=SQR(x^2+y^2)
      IF INT(z)=z THEN
        PRINT x,y,z
      END IF
    END IF
  END IF
END IF
  
```

```

NEXT y
NEXT x
END
EXTERNAL FUNCTION GCD(a,b)
DO
    LET r=MOD(a,b)
    IF r=0 THEN EXIT DO
    LET a=b
    LET b=r
LOOP
LET GCD=b
END FUNCTION

```

例 2，插入法排序的基本思路，是在已排好序的数据序列中，插入一个新值，仍然有序。

```

DIM a(10)
MAT INPUT a
FOR i=2 TO 10
    LET b=a(i) ! a(i)位置空出，保留值在 b
    LET j=i ! 求 b 的插入位置 j
    DO WHILE j>1 AND a(j-1)>b

```

第四节 文件操作

1、打开和关闭文件

BASIC 语言，可以从文本文件(Text File)读入数据进行处理，也可以将处理结果写到文件中。文本文件是在 Windows 系统中最简单的文件，可以用记事本(Notepad)或写字板(Word pad)进行显示或编辑。

使用文件时，文件的路径提供了一个虚拟操作通道。所谓文件路径，是一个文件正整数编号，通常 1 和 2 为习惯使用的编号。文件路径的启用使用 OPEN 语句，

OPEN #路径编号 : NAME 文件名称

路径编号可以使用数字、变量指定。文件名为字符串变量或常量。

文件使用完毕后，使用 **CLOSE #路径编号** 语句进行关闭。

2、文件的读取

与一般的 INPUT 语句对输入的应答一样，可以从文本文件中不断地输入内容，读到程序中。一般情况下，INPUT 语句执行一次，从文本文件读入一行数据。

LET a(j)=a(j-1) ! 插入点及其后的数据，后移一个位置处理

LET j=j-1

LOOP

LET a(j)=b

NEXT i

MAT PRINT a

END

例 3，函数递归调用，阶乘计算

DECLARE EXTERNAL FUNCTION FACT

INPUT n

PRINT FACT(n)

END

EXTERNAL FUNCTION FACT(n)

IF n=0 THEN

LET FACT=1

ELSE

LET FACT=n*FACT(n-1)

END IF

END FUNCTION

从文件中读取数据，只需要在 INPUT 语句后，指定文件编号：**INPUT #文件编号：变量，变量，…，变量**

对于输入数据项数不确定的场合，可以使用 DO~LOOP 重复操作，在 INPUT 文件号后，增加 IF MISSING THEN EXIT DO 子句。例如 D 盘下有一个文本文件 test.txt，其内容如下：

"mali",80 "sasa",78

"xiaoming",84 "joy",80

读取该文件的程序示例：

示例程序	执行结果
OPEN #1: NAME	Mali
"D:\TEST.TXT"	80
DO	sasa
INPUT #1, IF MISSING	78
THEN EXIT DO:name\$,n	xiaoming 84
PRINT name\$,n	joy
LOOP	80
CLOSE #1	
END	

3、文件的输出

文件输出包括两种模式，覆盖模式和追加模式。

覆盖模式指，不留原有文件的内容，直接以新的内容替换旧文件的内容的输出模式。追加模式指，在文件的末尾，增加新的内容。

覆盖模式写法，在 OPEN 语句后，执行 ERASE 语句。当文件名所指的文件不存在时，新建一个文件，等效于删除一个空文件。

```
OPEN #2:NAME "D:\DATA2.TXT"  
ERASE #2  
FOR x=1 TO 10  
PRINT #2: x,SQR(x)  
NEXT x  
CLOSE #2  
END
```

文本文件的写输出，与正常的画面输出格式相同，换句话说，输出文件文本的内容，跟屏幕显示的内容相同。输出数据项间，只会以空格空开，可能不适合再由 BASIC 读入处理。如果指定以空格作为数据分隔符，在 Excel 等电子表格软件中，数据项是可以识别和使用的。

如果需要在原有文件中，追加内容的形式。

```
OPEN #2:NAME "D:\DATA2.TXT"  
SET #2: POINTER  
FOR x=1 TO 10  
PRINT #2: x,SQR(x)  
NEXT x  
CLOSE #2  
END
```

测量宏程序使用说明

目 录

第一节 公共宏变量参数	10
一、测头信号参数	10
二、测针几何参数	10
三、标定环几何参数	10
四、测头定向参数	10
五、测量运动参数	10
六、标定补偿量参数	10
第二节 基础的测量宏程序	10
一、O9100 测头任意方向测量	10
第三节 测头标定宏程序	11
一、非定向触碰方式的标定	11
● O9119 标定圆环原点自动校正和测头 4 方向标定	11
二、定向触碰方式的标定	12
● O9129 标定圆环原点自动校正和测头标定	12
第四节 非定向触碰方式的测量宏程序	13
一、O9111 测头 + X 向测量	13
二、O9112 测头 + Y 向测量	13
三、O9114 测头 - X 向测量	14
四、O9115 测头 - Y 向测量	15
第五节 定向触碰方式的测量宏程序	15
一、O9120 测头 XY 平面任意方向测量	16

第一节 公共宏变量参数

一、测头信号参数

- #1296 测头信号索引
按照目前的测头标准接线设为 351。
- #1297 测头信号报警开启属性
按照测头厂商类型，马波斯设为 834，雷尼绍设为 578。
- #1298 测头信号报警关闭属性
按照测头厂商类型，马波斯设为 832，雷尼绍设为 576。

二、测针几何参数

- #1285 测球名义半径
对于柱形或锥形等测针，可以根据实际应用使用#1285 变量作为理论触碰位置的半径。

三、标定环几何参数

- #1286 标定圆环(或圆台、圆球)半径

四、测头定向参数

- #1290 测头定向参考角度
该参数用于统一测头标定与工件测量的主轴定向参考角度，确保标定补偿量补偿工件测量结果的正确性。在测头定向触碰方式和测头非定向触碰方式下，该角度分别被定义为：测头定向触碰方式下为 + X 向测量时的主轴定向角度，即 M19P#1290 位置；测头非定向触碰方式下为测量时的主轴定向角度，即 M19P#1290 位置。

用户程序若使用 O9100 不带测头自动定向的基础测量宏程序时，应该使用#1290 参数作为测头定向参考角度自行处理测头定向，确保标定与测量的主轴定向角度的一致性；用户程序若使用 O9111~O9112、O9114~O9115 和 O9120 等带有测头自动定向和标定量补偿的较顶层测量宏程序时，无需再使用#1290 参数去处理测头定向，只需设置好#1290 参数即可。因此，一般情

第二节 基础的测量宏程序

本类宏程序为接触式测量底层宏程序，完成基本的测量动作并输出触发位置结果。

一、O9100 测头任意方向测量

1、程序功能：指定测量目标相对当前位置增量完成接触式测头任意方向测量。

2、使用注意：

况下，建议用户使用后者的宏程序。

五、测量运动参数

- #1291 首次触碰进给速度
单位为毫米/分钟。
- #1292 二次触碰回退距离
0 表示不进行二次触碰。
- #1293 二次触碰进给速度
单位为毫米/分钟。

六、标定补偿量参数

- #1280 测头定向触碰方式的测量标定补偿量
- #1281 测头非定向触碰方式的 + X 向测量标定补偿量，即测头非定向触碰方式的 0 度方向测量标定补偿量。
- #1282 测头非定向触碰方式的 - X 向测量标定补偿量，即测头非定向触碰方式的 180 度方向测量标定补偿量。
- #1283 测头非定向触碰方式的 + Y 向测量标定补偿量，即测头非定向触碰方式的 90 度方向测量标定补偿量。
- #1284 测头非定向触碰方式的 - Y 向测量标定补偿量，即测头非定向触碰方式的 270 度方向测量标定补偿量。

非定向触碰方式的测量宏程序

O9111~O9112、O9114~O9115 和定向触碰方式的测量宏程序 O9120 内部已处理标定补偿量补偿测量结果，用户程序使用这类宏程序不需再做补偿标定，但应该在测量前做过标定以保证标定补偿量的正确性，若实际应用时允许忽略标定误差，请在使用这类宏程序前确保相应的标定补偿量复位为 0，否则不可信的标定补偿量可能影响测量结果。

1) 用户程序调用完本程序获取测量结果时必须判断触发标志#260 状态量，避免非法使用。

2) 测量结果的实际意义由偏置补偿量 R_ 定义，本程序将自动对测量结果进行偏置补偿。例如球形探针竖直侧壁法向测量，若 R 设为 0，此时输出测量结果 XY 坐标为测头触发时主轴中心位置；若 R 设为测量方向对应的标定补偿量，此时输出测量结果 XY 坐标为测头触发时测球中心位置；

若 R 设为测球名义半径+标定补偿量,此时输出测量结果 XY 坐标为测头触发时测球与工件接触点位置。

3)测量运动矢量 X_ Y_ Z_ 定义的探测距离应大于 0.2。

4)调用本程序前当前位置为测量起始位置,用户程序需预先完成测量起始位置的定位。

5)若二次触碰回退位置超过测量起始位置,本程序将自动限制回退量至起始位置。

3、调用环境：

- 1) 测头已在主轴上。
- 2) 测头已开启,关闭由调用者负责。
- 3) 测头报警已开启,关闭由调用者负责。
- 4) 测量工件坐标系已准备。
- 5) 刀长补偿已建立。
- 6) 测头已到达测量起始位置。

4、调用方法：

G65 P9100 X_ Y_ Z_ R_ F_ S_ E_

5、输入变量：

X_ 测量运动矢量 X 坐标,即目标位置相对当前位置增量 X,忽略则默认 0

Y_ 测量运动矢量 Y 坐标,即目标位置相对当前位置增量 Y,忽略则默认 0

第三节 测头标定宏程序

用户程序若采用非定向触碰方式的测量,则应使用非定向触碰方式的标定;用户程序若采用定向触碰方式的测量,则应使用定向触碰方式的标定。

一、非定向触碰方式的标定

● O9119 标定圆环原点自动校正和测头 4 方向标定

1、程序功能：

- 1) 接触式测头非定向触碰测量自动校正标定圆环中心原点。
- 2) 接触式测头非定向触碰测量 XY 平面 4 方向标定。

2、使用注意：

- 1) 应用于测头非定向触碰方式的测头标定。

Z_ 测量运动矢量 Z 坐标,即目标位置相对当前位置增量 Z,忽略则默认 0

R_ 测量结果在测量方向的偏置补偿量,忽略则默认 0

F_ 首次触碰进给速度,单位 MM/MIN

S_ 二次触碰回退距离,值<=0,表示不进行二次触碰

E_ 二次触碰进给速度,单位 MM/MIN

#1296 测头信号索引

#1297 测头信号报警开启属性

#1298 测头信号报警关闭属性

6、输出变量：

#260 触发标志

0 表示无触发,#261~#283 为目标终点位置结果

1 表示被触发,触发位置正常,#261~#283 为正常触发位置结果

2 表示被触发,触发位置异常,#261~#283 为异常触发位置结果,本程序将自动报警暂停

#261 - #263 测量触发位置偏置补偿结果 XYZ --- 编程坐标

#271 - #273 测量触发位置偏置补偿结果 XYZ --- 工件坐标

#281 - #283 测量触发位置偏置补偿结果 XYZ --- 机床坐标

2) O9111、O9112、O9114、O9115 程序使用本程序标定结果进行补偿。

3) 标定工件坐标系原点应定义于标定圆环中心 XY 和上表面 Z。

4) 本程序采用测头 180 度旋转对称测量法获取标定圆环中心。

2、调用环境：

- 1) 测头已在主轴上。
- 2) 测头已开启,关闭由调用者负责。
- 3) 测头报警已开启,关闭由调用者负责。
- 4) 刀长补偿已取消。

4、调用方法：

G65 P9119 W_ E_ K_ Q_ Z_ D_ H_ S_

5、输入变量：

W_ 标定环中心工件坐标系，54~59、54.1
E_ 标定环中心工件坐标系，54.1 时不可忽略并指定 1~48，54~59 时可忽略
K_ 工件坐标系自动校正次数，0~2，忽略则默认 0，0 表示不校正仅标定
Q_ 工件坐标系允许最大校正量，K0 时可忽略
Z_ 测量平面 Z 绝对编程坐标
D_ 安全距离，必须大于测球半径并预留至少 0.1 空行程
H_ 测头刀长编号
S_ 安全 Z 平面高度，机床坐标
#1290 测头非定向触碰方式测量时的主轴定向角度，即 M19P#1290 位置
#1285 测球名义半径
#1286 标定圆环半径
#1291 首次触碰进给速度，单位 MM/MIN
#1292 二次触碰回退距离，值<=0，表示不进行二次触碰
#1293 二次触碰进给速度，单位 MM/MIN
#1296 测头信号索引
#1297 测头信号报警开启属性
#1298 测头信号报警关闭属性

6、输出变量

#1281 测头非定向触碰方式的+X 向测量标定补偿量 --- 0 度方向测量
#1282 测头非定向触碰方式的-X 向测量标定补偿量 --- 180 度方向测量
#1283 测头非定向触碰方式的+Y 向测量标定补偿量 --- 90 度方向测量
#1284 测头非定向触碰方式的-Y 向测量标定补偿量 --- 270 度方向测量

7、其它输出:

K>0 时自动修改标定环中心工件坐标系原点 XY 坐标。

二、定向触碰方式的标定

● O9129 标定圆环原点自动校正和测头标定

1、程序功能：

1) 接触式测头定向触碰测量自动校正标定圆环中心原点。

2) 接触式测头定向触碰测量标定。

2、使用注意：

1) 应用于测头定向触碰方式的测头标定。
2) O9120 程序使用本程序标定结果进行补偿。
3) 标定工件坐标系原点应定义于标定圆环中心 XY 和上表面 Z。

3、调用环境：

1) 测头已在主轴上。
2) 测头已开启，关闭由调用者负责。
3) 测头报警已开启，关闭由调用者负责。
4) 刀长补偿已取消。

4、调用方法：

G65 P9129 W_ E_ K_ Q_ Z_ D_ H_ S_

5、输入变量：

W_ 标定环中心工件坐标系，54~59、54.1
E_ 标定环中心工件坐标系，54.1 时不可忽略并指定 1~48，54~59 时可忽略
K_ 工件坐标系自动校正次数，0~2，忽略则默认 0，0 表示不校正仅标定
Q_ 工件坐标系允许最大校正量，K0 时可忽略
Z_ 测量平面 Z 绝对编程坐标
D_ 安全距离，必须大于测球半径并预留至少 0.1 空行程
H_ 测头刀长编号
S_ 安全 Z 平面高度，机床坐标
#1290 测头定向触碰方式+X 向测量时的主轴定向角度，即 M19P#1290 位置
#1285 测球名义半径
#1286 标定圆环半径
#1291 首次触碰进给速度，单位 MM/MIN
#1292 二次触碰回退距离，值<=0，表示不进行二次触碰
#1293 二次触碰进给速度，单位 MM/MIN
#1296 测头信号索引
#1297 测头信号报警开启属性
#1298 测头信号报警关闭属性

6、输出变量：

#1280 测头定向触碰方式的测量标定补偿量

7、其它输出：

K>0 时自动修改标定环中心工件坐标系原点 XY 坐标。

第四节 非定向触碰方式的测量宏程序

本类宏程序封装了接触式测量底层宏程序 O9100，并自动处理测头定向和标定量补偿。

一、O9111 测头 + X 向测量

1、**程序功能**：接触式测头非定向触碰方式的+X 向测量。

2、使用注意：

- 1) 应用于测头非定向触碰方式的工件测量。
- 2) 本程序将自动进行主轴定向至 M19P#1290 位置。
- 3) 测量结果 XY 自动使用 O9119 程序的标定补偿量进行补偿，传入 R_ 参数不应再含标定补偿量。
- 4) 测量结果的实际意义由偏置补偿量 R_ 定义，本程序将自动对测量结果进行偏置补偿。例如球形探针竖直侧壁法向测量，若 R 设为 0，此时输出测量结果 XY 坐标为测头触发时测球中心位置；若 R 设为测球名义半径，此时输出测量结果 XY 坐标为测头触发时测球与工件接触点位置。
- 5) 若未使用 O9119 程序进行测头标定，请将标定补偿量#1281~#1284 复位为 0。
- 6) 调用本程序前当前位置为测量起始位置，用户程序需预先完成测量起始位置的定位。

3、调用环境：

- 1) 测头已在主轴上。
- 2) 测头已开启，关闭由调用者负责。
- 3) 测头报警已开启，关闭由调用者负责。
- 4) 测量工件坐标系已准备。
- 5) 刀长补偿已建立。
- 6) 测头已到达测量起始位置。

4、**调用方法**：G65 P9111 D_ R_

5、输入变量：

D_ 探测距离

R_ 测球名义半径偏置补偿量，忽略则默认 0

#1290 测头非定向触碰方式测量时的主轴定向角度，即 M19P#1290 位置

#1281 测头非定向触碰方式的+X 向测量标定补偿量 --- 0 度方向测量

#1282 测头非定向触碰方式的-X 向测量标定补偿量 --- 180 度方向测量

#1283 测头非定向触碰方式的+Y 向测量标定补偿量 --- 90 度方向测量

#1284 测头非定向触碰方式的-Y 向测量标定补偿量 --- 270 度方向测量

#1291 首次触碰进给速度，单位 MM/MIN

#1292 二次触碰回退距离，值<=0，表示不进行二次触碰

#1293 二次触碰进给速度，单位 MM/MIN

#1296 测头信号索引

#1297 测头信号报警开启属性

#1298 测头信号报警关闭属性

6、输出变量：

#261 - #263 测量触发位置标定量补偿结果 XYZ --- 编程坐标

#271 - #273 测量触发位置标定量补偿结果 XYZ --- 工件坐标

#281 - #283 测量触发位置标定量补偿结果 XYZ --- 机床坐标

二、O9112 测头 + Y 向测量

1、程序功能：

- 1) 接触式测头非定向触碰方式的+Y 向测量。
- 2) 使用注意
- 3) 应用于测头非定向触碰方式的工件测量。
- 4) 本程序将自动进行主轴定向至 M19P#1290 位置。
- 5) 测量结果 XY 自动使用 O9119 程序的标定补偿量进行补偿，传入 R_ 参数不应再含标定补偿量。
- 6) 测量结果的实际意义由偏置补偿量 R_ 定义，本程序将自动对测量结果进行偏置补偿。例如球形探针竖直侧壁法向测量，若 R 设为 0，此时输出测量结果 XY 坐标为测头触发时测球中心位置；若 R 设为测球名义半径，此

时输出测量结果 XY 坐标为测头触发时测球与工件接触点位置。

- 7) 若未使用 O9119 程序进行测头标定, 请将标定补偿量#1281~#1284 复位为 0。
- 8) 调用本程序前当前位置为测量起始位置, 用户程序需预先完成测量起始位置的定位。

2、调用环境：

- 1) 测头已在主轴上。
- 2) 测头已开启, 关闭由调用者负责。
- 3) 测头报警已开启, 关闭由调用者负责。
- 4) 测量工件坐标系已准备。
- 5) 刀长补偿已建立。
- 6) 测头已到达测量起始位置。

3、调用方法：G65 P9112 D_ R_

4、输入变量：

D_ 探测距离

R_ 测球名义半径偏置补偿量, 忽略则默认 0

#1290 测头非定向触碰方式测量时的主轴定向角度, 即 M19P#1290 位置

#1281 测头非定向触碰方式的+X 向测量标定补偿量 --- 0 度方向测量

#1282 测头非定向触碰方式的-X 向测量标定补偿量 --- 180 度方向测量

#1283 测头非定向触碰方式的+Y 向测量标定补偿量 --- 90 度方向测量

#1284 测头非定向触碰方式的-Y 向测量标定补偿量 --- 270 度方向测量

#1291 首次触碰进给速度, 单位 MM/MIN

#1292 二次触碰回退距离, 值<=0, 表示不进行二次触碰

#1293 二次触碰进给速度, 单位 MM/MIN

#1296 测头信号索引

#1297 测头信号报警开启属性

#1298 测头信号报警关闭属性

5、输出变量：

#261 - #263 测量触发位置标定量补偿结果 XYZ
--- 编程坐标

#271 - #273 测量触发位置标定量补偿结果 XYZ
--- 工件坐标

#281 - #283 测量触发位置标定量补偿结果 XYZ
--- 机床坐标

三、O9114 测头 - X 向测量

1、程序功能：接触式测头非定向触碰方式的 - X 向测量。

2、使用注意：

- 1) 应用于测头非定向触碰方式的工件测量。
- 2) 本程序将自动进行主轴定向至 M19P#1290 位置。
- 3) 测量结果 XY 自动使用 O9119 程序的标定补偿量进行补偿, 传入 R_ 参数不应再含标定补偿量。
- 4) 测量结果的实际意义由偏置补偿量 R_ 定义, 本程序将自动对测量结果进行偏置补偿。例如球形探针竖直侧壁法向测量, 若 R 设为 0, 此时输出测量结果 XY 坐标为测头触发时测球中心位置; 若 R 设为测球名义半径, 此时输出测量结果 XY 坐标为测头触发时测球与工件接触点位置。
- 5) 若未使用 O9119 程序进行测头标定, 请将标定补偿量#1281~#1284 复位为 0。
- 6) 调用本程序前当前位置为测量起始位置, 用户程序需预先完成测量起始位置的定位。

3、调用环境

- 1) 测头已在主轴上。
- 2) 测头已开启, 关闭由调用者负责。
- 3) 测头报警已开启, 关闭由调用者负责。
- 4) 测量工件坐标系已准备。
- 5) 刀长补偿已建立。
- 6) 测头已到达测量起始位置。

4、调用方法：G65 P9114 D_ R_

5、输入变量：

D_ 探测距离

R_ 测球名义半径偏置补偿量, 忽略则默认 0

#1290 测头非定向触碰方式测量时的主轴定向角度, 即 M19P#1290 位置

#1281 测头非定向触碰方式的+X 向测量标定补偿量 --- 0 度方向测量

#1282 测头非定向触碰方式的-X 向测量标定补偿量 --- 180 度方向测量

#1283 测头非定向触碰方式的+Y 向测量标定补偿量 --- 90 度方向测量

#1284 测头非定向触碰方式的-Y 向测量标定补偿量 --- 270 度方向测量

#1291 首次触碰进给速度, 单位 MM/MIN

#1292 二次触碰回退距离, 值 ≤ 0 , 表示不进行二次触碰

#1293 二次触碰进给速度, 单位 MM/MIN

#1296 测头信号索引

#1297 测头信号报警开启属性

#1298 测头信号报警关闭属性

6、输出变量：

#261 - #263 测量触发位置标定量补偿结果 XYZ --- 编程坐标

#271 - #273 测量触发位置标定量补偿结果 XYZ --- 工件坐标

#281 - #283 测量触发位置标定量补偿结果 XYZ --- 机床坐标

四、O9115 测头 - Y 向测量

1、程序功能：接触式测头非定向触碰方式的 - Y 向测量。

2、使用注意：

- 1) 应用于测头非定向触碰方式的工件测量。
- 2) 本程序将自动进行主轴定向至 M19P#1290 位置。
- 3) 测量结果 XY 自动使用 O9119 程序的标定补偿量进行补偿, 传入 R_ 参数不应再含标定补偿量。
- 4) 测量结果的实际意义由偏置补偿量 R_ 定义, 本程序将自动对测量结果进行偏置补偿。例如球形探针竖直侧壁法向测量, 若 R 设为 0, 此时输出测量结果 XY 坐标为测头触发时测球中心位置; 若 R 设为测球名义半径, 此时输出测量结果 XY 坐标为测头触发时测球与工件接触点位置。
- 5) 若未使用 O9119 程序进行测头标定, 请将标定补偿量#1281~#1284 复位为 0。
- 6) 调用本程序前当前位置为测量起始位置, 用户程序需预先完成测量起始位置的定位。

第五节 定向触碰方式的测量宏程序

本类宏程序封装了接触式测量底层宏程序

3、调用环境：

- 1) 测头已在主轴上。
- 2) 测头已开启, 关闭由调用者负责。
- 3) 测头报警已开启, 关闭由调用者负责。
- 4) 测量工件坐标系已准备。
- 5) 刀长补偿已建立。
- 6) 测头已到达测量起始位置。

4、调用方法：G65 P9115 D_ R_

5、输入变量：

D_ 探测距离

R_ 测球名义半径偏置补偿量, 忽略则默认 0

#1290 测头非定向触碰方式测量时的主轴定向角度, 即 M19P#1290 位置

#1281 测头非定向触碰方式的+X 向测量标定补偿量 --- 0 度方向测量

#1282 测头非定向触碰方式的-X 向测量标定补偿量 --- 180 度方向测量

#1283 测头非定向触碰方式的+Y 向测量标定补偿量 --- 90 度方向测量

#1284 测头非定向触碰方式的-Y 向测量标定补偿量 --- 270 度方向测量

#1291 首次触碰进给速度, 单位 MM/MIN

#1292 二次触碰回退距离, 值 ≤ 0 , 表示不进行二次触碰

#1293 二次触碰进给速度, 单位 MM/MIN

#1296 测头信号索引

#1297 测头信号报警开启属性

#1298 测头信号报警关闭属性

6、输出变量：

#261 - #263 测量触发位置标定量补偿结果 XYZ --- 编程坐标

#271 - #273 测量触发位置标定量补偿结果 XYZ --- 工件坐标

#281 - #283 测量触发位置标定量补偿结果 XYZ --- 机床坐标

O9100, 并自动处理测头定向和标定量补偿。

一、O9120 测头 XY 平面任意方向测量

1、**程序功能**：接触式测头定向触碰方式的 XY 平面任意方向测量。

2、使用注意：

- 1) 应用于测头定向触碰方式的工件测量。
- 2) 本程序将根据测量方向自动进行主轴定向，完成测头定向触碰。
- 3) 测量结果 XY 自动使用 O9129 程序的标定补偿量进行补偿，传入 R_ 参数不应再含标定补偿量。
- 4) 测量结果的实际意义由偏置补偿量 R_ 定义，本程序将自动对测量结果进行偏置补偿。例如球形探针竖直侧壁法向测量，若 R 设为 0，此时输出测量结果 XY 坐标为测头触发时测球中心位置；若 R 设为测球名义半径，此时输出测量结果 XY 坐标为测头触发时测球与工件接触点位置。
- 5) 若未使用 O9129 程序进行测头标定，请将标定补偿量#1280 复位为 0。
- 6) 调用本程序前当前位置为测量起始位置，用户程序需预先完成测量起始位置的定位。

3、调用环境：

- 1) 测头已在主轴上。
- 2) 测头已开启，关闭由调用者负责。
- 3) 测头报警已开启，关闭由调用者负责。
- 4) 测量工件坐标系已准备。
- 5) 刀长补偿已建立。
- 6) 测头已到达测量起始位置。

4、**调用方法**：G65 P9120 M_ D_ R_

5、输入变量：

M_ 按角度指定的测量方向

D_ 探测距离

R_ 测球名义半径偏置补偿量，忽略则默认 0

#1290 测头定向触碰方式+X 向测量时的主轴定向角度，即 M19P#1290 位置

#1280 测头定向触碰方式的测量标定补偿量

#1291 首次触碰进给速度，单位 MM/MIN

#1292 二次触碰回退距离，值<=0，表示不进行二次触碰

#1293 二次触碰进给速度，单位 MM/MIN

#1296 测头信号索引

#1297 测头信号报警开启属性

#1298 测头信号报警关闭属性

6、输出变量：

#261 - #263 测量触发位置标定量补偿结果 XYZ

--- 编程坐标

#271 - #273 测量触发位置标定量补偿结果 XYZ

--- 工件坐标

#281 - #283 测量触发位置标定量补偿结果 XYZ

--- 机床坐标

50 系统测头安装与调试

目 录

第一节 接收器的安装	18
一、雷尼绍电缆线安装	18
二、马波斯电缆线安装	18
第二节 测头组装及打表	19
一、配件	19
二、组装	19
三、打表	19
第三节 测头调试说明	19
一、接收器设定	19
二、测头模式设置方法	20
1、OMP40-2 测头设置方式	20
2、OMP400 测头设置方式	21
三、En3d 中测头设置与检测	22
1、PLC 配置	22
2、IO 属性配置	22
3、测头参数配置	23
四、IO 状态监视	23
第四节 常见故障处理	23
一、启动信号异常	23
1、雷尼绍测头	24
2、马波斯测头	24
二、输入信号异常	24
三、接地异常	24

第一节 接收器的安装

一、雷尼绍电缆线安装

50 系统机床均在电控柜左侧安装板下方预留了测头接收器的接口。在使用雷尼绍测头前，需要将电缆线安装至端子排上，首先需检查线缆中线束的个数及颜色，接线方式请参考表 3-1、图 3-1：

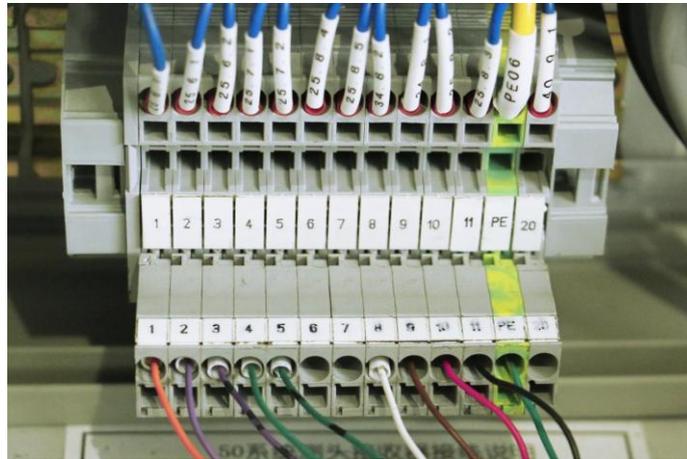


图 3-1 OMI-2 接收器接线图

端子口	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
OMI-2	橙	紫	紫黑	绿	绿黑	--	--	白	棕	红	黑	黄绿
OMI	蓝绿	紫	--	绿	--	粉	蓝	白	棕	红	黑	黄绿 or 灰黑

表 3-1 OMI-2 和 OMI 接收器接线表

二、马波斯电缆线安装

马波斯测头在安装时还需要接一个信号转接盒，马波斯接收器的电缆线接在信号转接盒下方的 1~6 号端口上，信号转接盒与机床之间通过电缆线束相连。接线方法参见表 3-2，图 3-2：

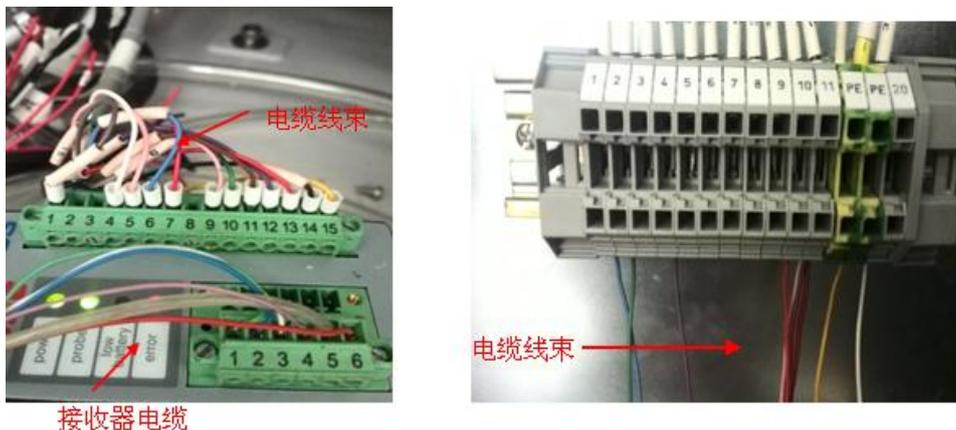


图 3-2 马波斯接收器接线图

机床端子口	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	20
电缆线束	蓝	绿	--	紫	--	--	--	--	--	红	线组	黄	白
转接盒端口	1	2	3	4	5	6							
接收器电缆	绿	蓝	白	紫	屏蔽线	红							

表 3-2 马波斯接收器接线表

第二节 测头组装及打表

一、配件

测头刀柄一个(根据机床刀库而定,有些刀柄需要连接头与测头相连)、测头一个、顶针螺钉六个(平底四个、锥底两个)、测针一个。如图 3-3 :



图 3-3 测头组件

二、组装

测头刀柄通过 6 个螺钉与测头连接,四个平底螺钉用于调节测针同轴度,两个锥底螺钉用于锁住测头以防止其脱落。组装完成后的测头如图 3-4 所示 :



图 3-4 测头组装图



图 3-5 测头打表

三、测头打表

将测球中心抵在千分表接触杆上,匀速旋转测头观察千分表表针的变化,同时通过调节四个方向的平底螺钉来校正测头精度,如图 3-5 :具体操作如下 :

1. 将测头装卡到主轴上,用千分表抵住测球的最高点(通过手轮上下、左右移动测头找到接触量的最大值),千分表受力不要太大,保持在 20 至 40 格即可。
2. 手动旋转测头,找到千分表受力最大点,此时正对一个调节螺钉,首先适当松动对面螺钉,后拧紧该螺钉,反复重复该操作,直到千分表表针的跳动保持在 1 格(0.002mm)以内。
3. 随着调整过程中误差量越来越小,四个调节螺钉和上边两个固定螺钉应随着拧紧,最后要保证调整完后六个螺钉都是拧紧状态,锁紧的 4 颗螺钉不要使用很大的扭矩,以防伤到测头固定杆。

第三节 测头调试说明

一、接收器设定

接收器通常采用出厂设置即可,不必额外调整设定。此次说明,以方便与出厂设置不同时进行参照,具体设置如图 3-6、表 3-3 所示(注:本例只针对雷尼绍脉冲模式进行说明,马波斯测头及接收器不需设置)。

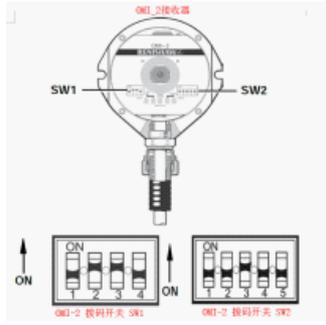


图 3-6 OMI-2 接收器拨码开关

		1	2	3	4	5
OMI	SW1	RX	RX	TX	START	
	ON/OFF	OFF	OFF	ON	OFF	
	SW2	Probestatus	Pulsed skip	Low battery	Error	
	ON/OFF	OFF	OFF	OFF	ON	
OMI-2	SW1	Probestatus	Probestatus	Low battery	Error	
	ON/OFF	OFF	ON	ON	OFF	
	SW2	Probestatus	Probestatus	Machine start	Start	Start range
	ON/OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF

表 3-3 OMI 及 OMI-2 接收器参数设置表

二、测头模式设置方法

雷尼绍测头的指示灯颜色标识，如下图 3-7：

指示灯颜色	测头状态	图形提示
绿灯闪烁	测头在工作模式下就位	● ● ●
红灯闪烁	测头在工作模式下触发	● ● ●
绿灯和蓝灯交替闪烁	测头在工作模式下就位 - 电池电压低	● ● ● ● ● ●
红灯和蓝灯交替闪烁	测头在工作模式下触发 - 电池电压低	● ● ● ● ● ●
红灯常亮	电池没有电	■■■■■
红灯闪烁或红灯和绿灯交替闪烁或红灯、绿灯和蓝灯交替闪烁	电池不合适	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●

图 3-7 雷尼绍测头指示灯颜色标识

设置方式分别针对两种型号测头及接收器：

- OMP40-2 与 OMI、OMI-2
- OMP400 与 OMI、OMI-2

1、OMP40-2 测头设置方式(图 3-8 为 OMP40-2 指示灯参照图)

- **OMP40-2 与 OMI，测头标准设定模式为：**
 关闭方式-----光学关闭;
 增强型触发过滤器设置-----触发过滤器开启；
 光学传输方式/测头识别-----传统方式启动过滤器开启方式；

光学功率-----标准。

● **OMP40-2 与 OMI-2，测头标准设定模式为：**

关闭方式-----光学关闭;

增强型触发过滤器设置-----触发过滤器开启；

光学传输方式/测头识别-----调制模式，测头 1；

光学功率-----标准。

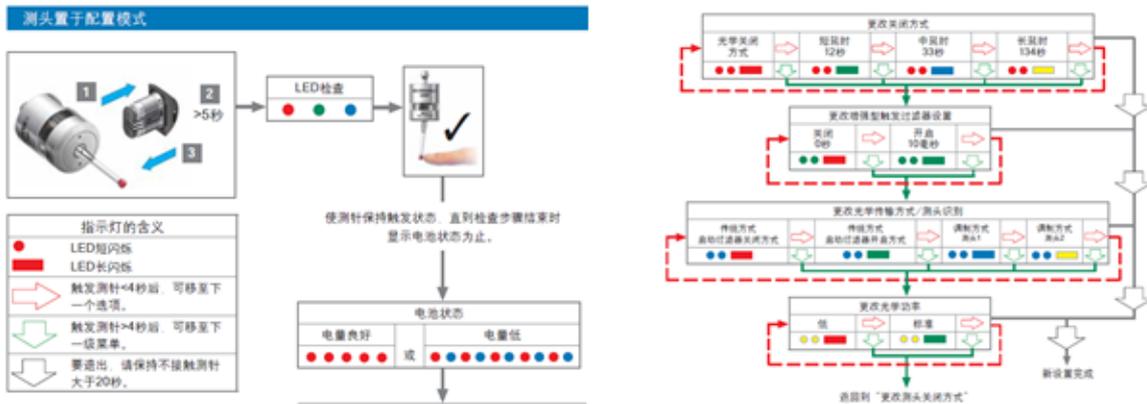


图 3-8 OMP40-2 指示灯参考图

2、OMP400 测头设置方式(图 3-9 为 OMP400 指示灯参照图)

● **OMP400 与 OMI，测头标准设定模式为：**

开启方式-----光学开启方式（标准）

关闭方式-----光学关闭;

增强型触发过滤器设置及自动复位功能----自动复位关闭 过滤器开启 8 秒；

光学传输方式/测头识别-----传统方式（开始过滤器关闭）；

更改光学功率-----标准。

● **OMP400 与 OMI-2，测头标准设定模式为：**

开启方式-----光学开启方式（标准）

关闭方式-----光学关闭;

增强型触发过滤器设置及自动复位功能----自动复位关闭 过滤器开启 8 秒；

光学传输方式/测头识别-----调制方式 测头 1；

更改光学功率-----标准。

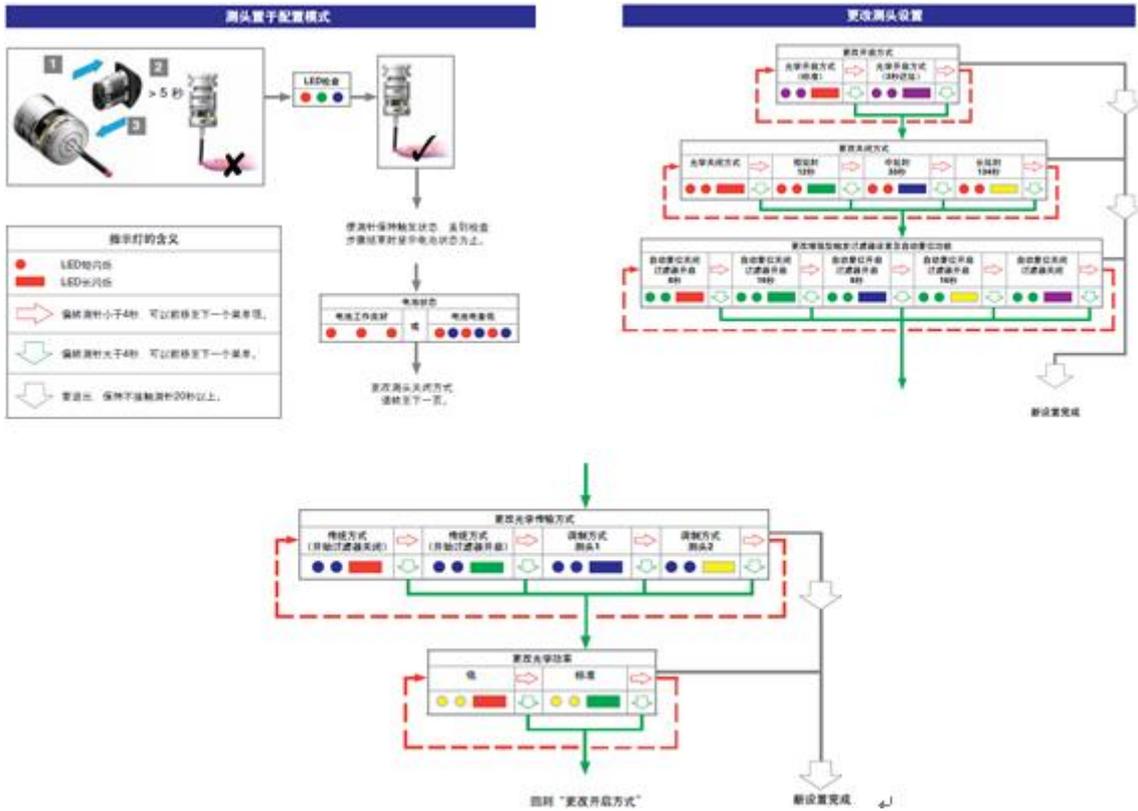


图 3-9 OMP400 指示灯参考图

三、En3d 中测头设置与检测

1、PLC 配置

选择“系统→PLC→配置”页面，将“测头控制使能”设置为“1”，在“系统→PLC→变量”中设置“测头是否脉冲类型”。如果接收器为脉冲方式，则配置“测头是否脉冲类型”为 1；如果接收器为电平方式，则配置“测头是否脉冲类型”为 0。

另外可在“系统→PLC→配置”页面查看或修改脉冲测头状态，即当“脉冲测头状态(1 开)”值为 1 时，证明脉冲方式的测头已经打开；如果“脉冲测头状态(1 开)”值为 0，证明脉冲方式的测头已经关闭。也可利用修改该值来匹配当前的脉冲方式的测头状态。

2、IO 属性配置

调试前需要根据测头型号设置相关信号的属性，具体方法如下：

选择“系统→参数→IO 属性”设置 X43.5、X43.6、X43.7 的常开属性，将信号使能都设为 1，常闭信号将常开属性设成 0，常开信号将常开属性设成 1，IO 属性的设置界面如下图 3-10、表 3-4 所示。

程序名	位置	系统	配置	使能	常开	EMC	ALM	LMT	WNG	PAUSE	ORIG	EXT1	EXT2
A0. 参数													
A1. 基础													
机床	X042.7			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
直线轴	X043.0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
旋转轴	X043.1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
主轴1	X043.2			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
主轴2	X043.3			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IO地址	X043.4			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10属性	X043.5			1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
辅助功能	X043.6			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2. 位置	X043.7			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
行程	X044.0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
参考点	X044.1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
螺旋升降	X044.2			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
刀具补偿	X044.3			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3. 坐标	X044.4			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
特性1.1	X044.5			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
特性1.2	X044.6			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
特性2	X044.7			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
特性3	X045.0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
原点	X045.1			1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
手动	X045.2			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
对刀	X045.3			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A4. 程序	X045.4			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
指令属性DT	X045.5			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
指令属性M	X045.6			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
指令属性T	X045.7			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
指令属性S	X045.8			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
外部PLC代码	X045.9			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
外部PLC编程	X045.10			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
公共程序	X045.11			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
编译	X045.12			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A5. 运行													

图 3-10 IO 属性设置界面

	信号名称	OMI 接收器	OMI-2 接收器	马波斯接收器
X43.5	测头低电压报警	常闭	常开	常开
X43.6	测头故障报警	常开	常闭	常闭
X43.7	测头触发	常闭	常闭	常开

表 3-4 IO 信号属性表

3、测头参数配置

将“偏置/设置---公共变量---保持型”中#1296，#1297，#1298 参数分别做好设定，图 3-11 所示。
 #1296 为测头信号索引，填写为 351；
 #1297 为测头信号报警开启属性，雷尼绍为 578，马波斯为 834；
 #1298 为测头信号报警关闭属性，雷尼绍为 576，马波斯为 832。



图 3-11 参数配置

四、IO 状态监视

1) 机床上电后先完成各轴回原点以及主轴定向等操作，之后查看“系统→PLC→X 信号”中的 X43.6 和 X43.7 是否为 1，如果全为 1 则信号正常，当在 MDI 中执行 M13，查看测头是否正常开启，正常开启时 X43.6 和 X43.7 均由 1 变成 0，且测头出现绿灯闪烁；当 MDI 中执行 M14 时，查看测头是否正常关闭，正常关闭时 X43.6 和 X43.7 均由 0 变成 1，测头绿灯熄灭；将测头移走后，出现报警提示说明 IO 信号状态正常。

2) 在 MDI 模式中输入 G104 P#1296 L#1297 开启测头报警，然后用手轻触测针，查看测头指示灯出现红灯闪烁后，机床是否出现测头报警信号。如有报警信号提示则正常，无报警信号提示则检查安装、调试中是否存在问题。（关闭测头报警指令为 G104 P#1296 L#1298）

第四节 常见故障处理

在 MDI 程序中执行 M13 启动测头时，如果出现异常，则按如下方法排查故障：

一、启动信号异常

输入回路异常是造成测头无法启动的原因之一，需要按以下方法排查输出信号是否异常。

1、雷尼绍测头

未执行 M13 时，查看测头接口 8 脚与 9 脚之间电位差为 0V，执行 M13 之后，8 脚与 9 脚之间电位差为 24V。

如果出现无论 M13 执行与否，8 脚与 9 脚一直有 24V，那么转接板上控制输出的三极管极有可能被击穿，需要重新更换转接板。

2、马波斯测头

未执行 M13 时，查看测头接口 20 脚与 X7 端子排右侧的 GND 之间电位差为 0V，执行 M13 之后，20 脚与 X7 端子排右侧的 GND 之间电位差为 24V。

如果出现无论 M13 执行与否，8 脚与 9 脚一直有 24V，那么转接板上控制输出的三极管极有可能被击穿，需要重新更换转接板。

二、输入信号异常

输入回路异常也是造成测头无法启动的原因之一，如果要排除上述问题，先在“系统→参数→IO 属性”将 X43.5、X43.6、X43.7 的常开属性都设置成 1，然后分别将 1 脚与 3 脚、2 脚与 3 脚、4 脚与 5 脚短接，对应查看 X43.7、X43.5 和 43.6 是否有 0 和 1 的变化，如果未出现相应变化，则输入回路异常。

注意：按上述方法排查了故障之后，请将 X43.5、X43.6、X43.7 的 0 属性按正确的属性配置。

三、接地异常

对于 OMI 和 OMI-2 的接收器如果出现接地异常，接收器上的指示灯会闪，此时重新处理地线及接法，如正常接地，则指示灯恢复正常。

非接触式对刀程序使用说明

目 录

第一节 对刀系统概况	27
第二节 程序功能.....	27
一、测量宏程序功能	27
二、标定宏程序功能	27
第三节 程序支持对刀仪类型	27
第四节 程序支持刀补类型	27
一、正向刀补应用	27
二、负向刀补应用	27
三、相对于刀补值为零的标准刀	27
第五节 程序安装.....	28
第六节 程序变量.....	28
一、标定数据宏程序变量	28
二、设定数据宏程序变量.....	28
三、编辑设定数据宏程序.....	30
第七节 系统定向及机床轴定义.....	31
一、机床轴定义.....	31
二、系统定向.....	32
第八节 标定宏程序介绍	32
一、调整光束准直(宏程序 O9170).....	32
二、使用偏置销调整光束准直(宏程 O9170)	33
三、系统标定(宏程序 O9171)	35
第九节 测量宏程序介绍	37
一、刀具长度设定(宏程序 O9172).....	37
二、刀具半径设定(宏程序 O9172).....	38
三、刀具长度和半径设定(宏程序 O9172)	39
四、刀沿检查(宏程序 O9172)	41
五、实心刀具破损检测(宏程序 O9176).....	42
六、温度补偿跟踪(宏程序 O9171).....	43
七、刀具静态径向跳动测量(宏程序 O9171)	45
第十节 其他宏程序功能介绍	45
一、复位激光对刀仪系统工作状态(宏程序 O9170).....	45
二、人机交互检测激光对刀仪系统工作信号(宏程序 O9170)	46
第十一节 激光对刀仪使用示例.....	46

一、安装激光对刀仪.....	46
二、程序安装.....	46
三、设定通用参数.....	46
四、调试信号.....	48
五、光束准直并设定临时标定数据.....	48
六、系统标定.....	48
七、刀具长度和半径测量.....	48
八、定义加工基准 Z.....	48

第一节 对刀系统概况

非接触式对刀系统包括激光非接触式对刀装置,该装置可在正常操作条件下,可对加工中心上的切削刀具进行高速/高精度测量。当刀具进入激光光束时,系统可检测到光束何时被阻断。传送至控制器的输出信号可确定刀具是否存在,以及刀尖、刀齿或刀沿的位置。

非接触式对刀系统可确定以下参数:

- (1) 切削刀具的长度和直径。
- (2) 刀具破损检测。
- (3) 检测破损刀尖或刀沿,或刀具的过度径向跳动。
- (4) 测量圆弧半径。
- (5) 补偿机床的热变化。

第二节 程序功能

一、测量宏程序功能

两种测量宏程序可提供以下功能:

1. 宏程序 O9172 :用于测量切削刀具的长度和半径及检查刀沿。
2. 宏程序 O9176 :用于实心刀具破损检测。

二、标定宏程序功能

两种标定宏程序可提供以下功能:

1. 宏程序O9170 :用于调整激光光束、设定主轴和径向测量轴上光束的临时位置,以及沿着光

束设定测量位置。还可使用带有偏置销的刀具及主轴定向功能来检查主轴的准直。另外该程序可用于检测激光对刀仪系统工作信号和复位激光对刀仪系统工作状态。

2. 宏程序O9171 :用于标定主轴和径向测量轴上激光光束的位置,以及用于主轴和径向测量轴的温度补偿。另外该程序可用于测量主轴刀具静态径向跳动。

第三节 程序支持对刀仪类型

目前本程序仅支持以下几种型号的激光对刀仪:

1. 雷尼绍激光对刀仪;
2. 马波斯激光对刀仪;
3. 海克斯康激光对刀仪;

4. 海德汉激光对刀仪;
5. 波龙激光对刀仪。

其他厂商的激光对刀仪尚未进行验证。激光对刀仪接线请参考各厂商的安装说明书。

第四节 程序支持刀补类型

一、正向刀补应用

本程序适合使用表示刀具物理长度的正向刀补来设定刀具。并且也还适用于负向刀补值的应用场合,以及以相对于标准刀长度的 \pm 值来确定其他所有刀具长度的场合。下文对这些应用作了相应介绍。

二、负向刀补应用

输入的刀补值是指刀尖必须从起始位置移至零件程序零(0)位的距离(空气间隙法),而不是刀具的物理长度。

示例:

起始位置到零件程序零(0)位 = -300 mm。
使用100 mm的标准标定刀具(刀补寄存器值

= -200 mm)。

用于机床的最长刀具为200 mm。

用于机床的最短刀具为50 mm。

在设定数据宏程序(O9160)中,变量#110和#111必须设定如下:

#110 = -100.0 最长刀具。

#111 = -250.0 最短刀具。

三、相对于刀补值为零的标准刀

将标准刀刀补寄存器设定为零(0),并将所有其他刀补寄存器设定为相对于标准刀的 \pm 值。

示例:

起始位置到零件程序的零(0)位=-300 mm(但这并不重要)。

使用100 mm 的标准标定刀具(刀补寄存器值=0)。

用于机床的最长刀具为200 mm。

用于机床的最短刀具为50 mm。

在设定数据宏程序(O9160)中，变量#110和#111必须设定如下：

#110 = 100.0 最长刀具。

#111 = -50.0 最短刀具。

第五节 程序安装

使用本程序之前，请将相关宏程序(O9161.psn-O9165.psn;O9167.psn-O9169.psn;O9170.psn-O9172.psn 和 O9176.psn)放至 F:\En3D_Dat\sys\SysMacro 文件夹中，并重启 En3d8。如果成功安装以上几个宏程序，那么在参数->A4.程序->公共宏程序界面中显示下图 4-1 标示的程序号。

15	9161
16	9162
17	9163
18	9164
19	9165
20	9167
21	9168
22	9169
23	9170
24	9171
25	9172
26	9176

图 4-1 公共宏程序界面

第六节 程序变量

非接触式对刀程序使用以下变量：

1. #500 至#950 系列宏程序变量用于标定数据和设定数据。
2. #100 系列宏程序变量用于设定数据。
3. 局部变量#1 至#31 专用于本地定义的数据。
变量#120 用于定义标定数据的起始地址，默认值为 520。可更改此起始地址，避免与其他应用程序冲突。

一、标定数据宏程序变量

以下变量在标定程序结束后自动设定：

- #520(520 + 0) 从光束正向(顶部)测量时，光束在刀具轴线方向上的位置。
- #521(520 + 1) 从光束负向(底部)测量时，光束在刀具轴线方向上的位置。
- #522(520 + 2) 从光束正向测量时，光束在径向测量轴方向上的位置。
- #523(520 + 3) 从光束负向测量时，光束在径向测量轴方向上的位置。
- #524(520 + 4) 进行测量时，沿着光束轴的位置。
- #525(520 + 5) 动态位置区域。#526(520 + 6) 主轴(长度测量)温度补偿工件偏置。

#527(520 + 7) 径向测量轴温度补偿工件偏置。

二、设定数据宏程序变量

阅读下列变量描述。然后编辑宏程序 O9160。使其符合机床和对刀仪的要求。

#135 激光对刀仪系统类型选择。

#0:未配置编辑 O9160 程序

1:雷尼绍；2:马波斯；3:海克斯康；4:海德汉；5:波龙。

#120 保存标定参数数据的保持型公共宏变量的起始地址。

#121 激光光束轴。

沿着光束的轴线运动可通过输入负值(-ve)禁用。这适合于主轴无法沿着光束轴移动的情况。

如果光束与 X 轴平行，选择1(或-1 = 锁定)。

如果光束与 Y 轴平行，选择2(或-2 = 锁定)。

如果光束与 Z 轴平行，选择 3(或-3 = 锁定)。

#122 用于径向测量的轴。

如果 X 轴用于径向测量，选择1。

如果 Y 轴用于径向测量，选择2。

如果 Z 轴用于径向测量，选择3。

#151 发射端与接收端在激光光束轴方向上的距离。用于有限的安全防呆检查。

#153 底座相对光束在长度测量轴方向上的深度。用于有限的安全防呆检查。

#110 刀具的最大长度。用于定义激光光束上方的主轴端面快速接近时的高度。

#111 刀具的最小长度。用于定义激光光束上方的主轴端面测量时的最低高度。

#112 刀具最大直径。

#101 刀具直径应小于#112中设定的值。

此处输入的值覆盖了用于大型刀具的常用#113 设定。直径大于指定直径的刀具仅在光束的一个方向上设定。

要在光束正(+)向设定大型刀具,则输入正(+)直径值。

要在光束负(-)向设定大型刀具,则输入负(-)直径值。

默认值:0(表示未使用此选项。所有刀具均按照#113 值的定义设定)。

#113 径向测量轴选项。

1 = 从光束正向测量。

-1 = 从光束负向测量。

2 = 从光束正负两个方向测量。

默认值:2。

#114 径向标定选项。

1 = 从光束正向测量。

-1 = 从光束负向测量。

2 = 从光束正负两个方向测量。

默认值:2。

#32 径向双方向测量的优先测量方向。根据刀具清洁吹气的气嘴安装位置确定,用于获得最佳的清洁效果。

1 或其它:先从光束正向测量,当气嘴位于光束负侧时设置;

-1:先从光束负向测量,当气嘴位于光束正侧时设置。

#117 默认越程距离和径向间隙。

越程是指在激光未被阻挡报警之前,允许刀具移动穿过光束的距离。

径向间隙是指沿光束一侧向下移动时,刀具与光束之间的距离。

默认值:5 mm。

#118 默认测量分辨率(每转进给率)。通常为每转进给0.002 mm。该值越大,测量精度将会越低。

默认值:0.002 mm。

#119 默认主轴转速。

测量循环程序经优化后,主轴转速为3000 r/min。

某些不平衡的或大型刀具必须以低于3000 r/min的速度运行。这是使用者的责任。使用“S”输入设定速度。

测量循环时间随速度的降低而增加。最低速度为800 r/min。

默认值:3000 r/min。

#108 主轴可准确运行的最低转速。单位 R/MIN。

默认值:300(R/MIN)。

#150 主轴可准确运行的最高转速。单位 R/MIN。

默认值:20000(R/MIN)。

#31 主轴是否可定向;

0 或其他:不可定向;

1:可定向

#124 离散公差值。

默认值:0.010 mm

#125 刀具径向跳动或刀沿的公差值。

默认值:0.025 mm。

#126 离散样本大小。

用于定义需采集的测量样本的值。该值必须等于或小于5。再尝试测量的次数为该值的两倍。

默认值:3。

#127 用于快速移动的进给率。

默认值:5000 mm/min。

#128 首次测量进给速度。

#148 用于刀具清洁吹气的气嘴自清洁延时。单位 MS。

0:不进行自清洁;

>0:自清洁延时。

#144 选择脉冲触发信号时,与用于检查激光是否正常的电平信号绑定的系统变量地址。

0:不使用该检查信号。

默认值:2250。

#160 开启激光的M代码, LASER ON。

#161 关闭激光的M代码, LASER OFF。

#162 开启刀具吹气清洁的M代码, AIR ON。

#163 关闭刀具吹气清洁的M代码, AIR OFF。

#164 开启锁存模式的M代码, LATCH ON。

#165 关闭锁存模式的M代码, LATCH OFF。
(仅雷尼绍激光对刀仪支持刀具破损快速检测模式)

#166 开启刀具破损快速检测模式的M代码, BT ON。

#167 关闭刀具破损快速检测模式的M代码, BT

OFF.

当#135 = 1, 即为雷尼绍激光对刀仪时, 才对以下几个参数进行设置:

#109 测量模式选择。1:速度优先;2:精度优先(此选项仅在防液滴功能开启时有效)。

#139 防液滴功能开启基本转速选择。单位 R/MIN。

0:功能关闭。

500:延迟 120MS。

1000:延迟 60MS。

设定该值, 使其与接口装置的设定相匹配。

#138 触发信号类型。

1:电平。

2:脉冲。

设定该值, 使其与接口装置的设定相匹配。

#115 硬件信号脉冲时间, 触发信号保持时间。单位 S。

默认值: 0.02(S)。

当#135 = 2, 即为马波斯激光对刀仪时, 才对以下几个参数进行设置:

#138 触发信号类型。

1:电平。

2:脉冲。

设定该值, 使其与接口装置的设定相匹配。

#115 硬件信号脉冲时间, 触发信号保持时间。单位 S。

默认值: 0.02(S)。

#154 第 1 次触碰附加的回退距离,单位: mm。

默认值: 1.0(mm)。

#155 第 2 次触碰附加的回退距离,单位: mm。

默认值: 0.05(mm)。

#156 第 3 次触碰附加的回退距离,单位: mm。

默认值: 0.02(mm)。

当#135 = 3, 即为海克斯康激光对刀仪时, 才对以下几个参数进行设置:

#138 触发信号类型。1:电平;2:脉冲, 必须使用检查激光是否正常的电平信号

#115 硬件信号脉冲时间, 触发信号保持时间。单位 S

当#135 = 4, 即为海德汉激光对刀仪时, 才对以下几个参数进行设置:

#138 触发信号类型。1:电平;2:脉冲, 必须使用检查激光是否正常的电平信号

#115 硬件信号脉冲时间, 触发信号保持时间。单位 S。

当#135 =5, 即为波龙激光对刀仪时, 才对以下几个参数进行设置:

#138 触发信号类型。1:电平;2:脉冲, 必须使用检查激光是否正常的电平信号

#115 硬件信号脉冲时间, 触发信号保持时间。单位 S

三、编辑设定数据宏程序

在运行任何循环程序前, 编辑程序段号N10和N20之间的设定数据, 以满足应用程序和设定的要求。

注意: 变量#110和#111在运行任何循环程序前, 必须将与机床相关的有效数据输入变量#110和#111(最大和最小刀长)。如果这些值不正确, 可能会导致刀具与对刀仪发生碰撞。

(带*号标记表示必须重点确认的设置项, 其余一般情况下不必更改!)

N1000(=====

#135=1(* 激光对刀仪系统类型选择。)

#120=520(* 保存标定参数数据的保持型公共宏变量的起始地址)

#121=1(* 激光光束轴定义。)

#122=2(* 径向测量轴定义。)

#151=90(* 发射端与接收端在激光光束轴方向上的距离。)

#153=30(* 底座相对光束在长度测量轴方向上的深度。)

#110=200(* 测量刀具的最大长度。)

#111=50(* 测量刀具的最小长度。)

#112=10(* 测量刀具的最大直径)

#101=0(* 大型刀具径向单方向测量的临界直径。)

#113=2(* 径向测量方向选项。)

#114=2(* 径向标定方向选项。)

#32=1(*径向双方向测量的优先测量方向)

#117=5(默认越程距离和径向间隙)

#118=0.002(默认测量分辨率。)

#119=3000(默认主轴转速。单位 R/MIN)

#108=300(*主轴可准确运行的最低转速。)

#150=20000(*主轴可准确运行的最高转速。)

#33=1(* 主轴是否可定向)

#124=0.005(选择速度优先测量模式时的离散样本公差值)

#125=0.025(刀具径向跳动或刀沿的公差值)

#126=3(离散样本大小)

#127=5000(快速移动进给速度)

#128=3000(首次测量进给速度)
#148=1(用于刀具清洁吹气的气嘴自清洁延时。单位 S。0:不进行自清洁；>0:自清洁延时)
#160=156(*开启激光的M代码，LASER ON)
#161=157(*关闭激光的M代码，LASER OFF)
#162=158(*开启刀具吹气清洁的M代码，AIR ON)
#163=159(*关闭刀具吹气清洁的M代码，AIR OFF)
#164=160(*开启锁存模式的M代码，LATCH ON)
#165=162(*关闭锁存模式的M代码，LATCH OFF)
#166=161(*开启刀具破损快速检测模式的M代码，BT ON)
#167=162(*关闭刀具破损快速检测模式的M代码，BT OFF)
(N1001~N1002 区间的代码，仅限使用雷尼绍激光对刀仪时设置)
IF[#135 NE 1] GOTO1002
N1001
#138=1(触发信号类型。1:电平；2:脉冲，必须使用检查激光是否正常的电平信号)
#115=0.02(硬件信号脉冲时间，触发信号保持时间。单位 S)
#139=500(* 防液滴功能开启基本转速选择。单位 R/MIN。0:功能关闭；500:延迟 120MS；1000:延迟 60MS)
#109=1(* 测量模式选择。1:速度优先；2:精度优先，仅限防液滴功能开启时有效)
N1002
(N1003~N1004 区间的代码，仅限使用马波斯激光对刀仪时设置)
IF[#135 NE 2] GOTO1004
N1003
#138=2(触发信号类型。1:电平；2:脉冲，必须使用检查激光是否正常的电平信号)
#115=0.02(硬件信号脉冲时间，触发信号保持时间。单位 S)

#154=1.0(第 1 次触碰附加的回退距离)
#155=0.05(第 2 次触碰附加的回退距离)
#156=0.02(第 3 次触碰附加的回退距离)
N1004
(N1005~N1006 区间的代码，仅限使用海克斯康激光对刀仪时设置)
IF[#135 NE 3] GOTO1006
N1005
#138=1(* 触发信号类型。1:电平；2:脉冲，必须使用检查激光是否正常的电平信号)
#115=0.02(* 硬件信号脉冲时间，触发信号保持时间。单位 S)
N1006
(N1007~N1008 区间的代码，仅限使用海德汉激光对刀仪时设置)
IF[#135 NE 4] GOTO1008
N1007
#138=2(* 触发信号类型。1:电平；2:脉冲，必须使用检查激光是否正常的电平信号)
#115=0.02(* 硬件信号脉冲时间，触发信号保持时间。单位 S)
N1008
(N1009~N1010 区间的代码，仅限使用波龙激光对刀仪时设置)
IF[#135 NE 5] GOTO1010
N1009
#138=2(* 触发信号类型。1:电平；2:脉冲，必须使用检查激光是否正常的电平信号)
#115=0.02(* 硬件信号脉冲时间，触发信号保持时间。单位 S)
N1010
#144=2250(* 选择脉冲触发信号时，与用于检查激光是否正常的电平信号绑定的系统变量地址。0:不使用该检查信号；2250~2281:检查信号变量地址)

第七节 系统定向及机床轴定义

一、机床轴定义

非接触式对刀软件适用于X、Y和Z轴相互垂直的机床。但是，还可以针对机床上对刀仪硬件的不同方向进行配置。

在本说明中，使用以下轴符号(标准配置)：

主轴(Sp) = Z轴(参见以下注释)。

径向测量轴(Ra) = Y轴。

激光光束轴(La) = X轴。

本说明中的所有图示均显示此标准配置。

二、系统定向

在本说明中，假设对刀系统以激光光束平行于 X 轴的方向安装。在 Z 轴进行长度测量，在 Y 轴进行径向测量。

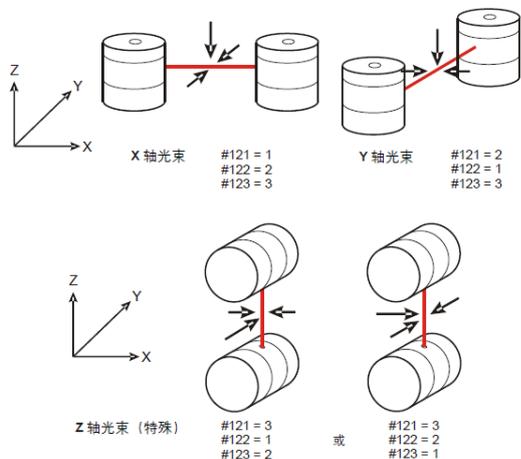


图 4-2 系统定向

如果您的系统以不同的方向安装，您必须对用于长度测量和径向测量的轴进行必要调整。

第八节 标定宏程序介绍

一、调整光束准直(宏程序 O9170)

注：第一次安装和设定系统时，在运行宏程序 O9171 标定系统前，必须运行光束调整宏程序。

1、在安装对刀系统时，使用宏程序 O9170 调整激光光束准直。光束调整循环程序的用途如下：

1. 检查光束是否与机床轴准确对齐。
2. 测量激光光束在刀具轴的临时位置。
3. 测量光束在径向测量轴的临时位置。在光束正向和/或负向进行测量。
4. 在测量的刀具上沿着光束轴设定测量点。

稍后在运行标定循环程序时，更新临时值。

虽然光束调整宏程序主要在对刀系统的安装过程中使用，但是它还可以用于日常调整检查。

2、所需标定刀具

此程序需要在机床的主轴上安装标定刀具。理论上，这应该是一把具有最小径向跳动的平底、实心、圆柱形刀具。知道此刀具的确切设定长度和直径非常重要。

3、描述

将标定刀具安装到机床主轴上。运行光束准直

程序，弹出提示对话框 4-3，然后使用点动或手轮模式移动刀具，直至主轴中心线位于对刀的位置(通常是沿着光束的中点)且高于光束中心大约 10 mm，选择继续测量。

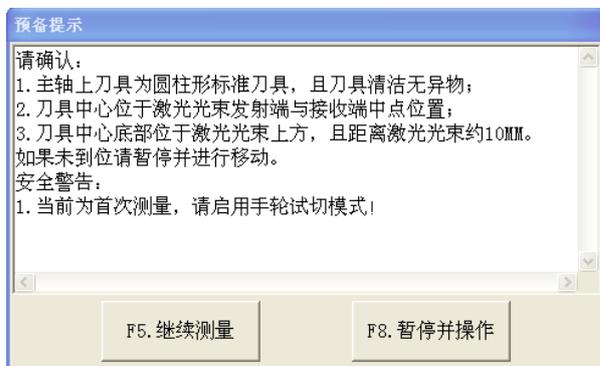


图4-3 光束准直提示

此循环程序测量光束，然后返回中心位置并在 M500 程序停止语句处停止。并弹出显示测量结果的提示对话框 4-4。如果测量误差在公差范围内，则选择结束测量，否则选择暂停调整，根据测量结果调整光束准直。调整完成后运行程序再次弹出此对话框，选择再次测量，识别新的准直误差。

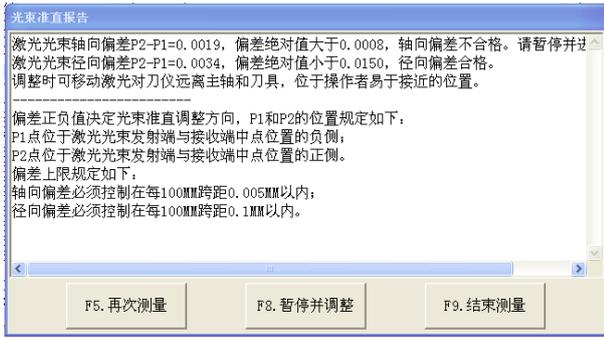


图4-4 光束准直报到

4、设定数据

在运行宏程序O9170前，确保宏程序O9160中的设定正确。

5、格式

设定激光光束临时标定数据

G65 P9170 B1 T_ (K_ Q_)

其中()表示可选输入

调整光束准直

G65 P9170 B2 D_ T_ (K_ Q_) R_ Z_

设定激光光束临时标定数据和调整光束准直

G65 P9170 B3 D_ T_ (K_ Q_) R_ Z_

其中()表示可选输入

6、宏程序输入

下列输入与宏程序配用：

B_ #2 程序功能选择。

- 1) 设定激光光束临时标定数据；
- 2) 调整光束准直；
- 3) 设定激光光束临时标定数据和调整光束准直。

此输入用于检查光束的准直以及设定临时光束位置数据。

注：使用B1和B3输入时，必须将标定刀具的正确长度输入T对应的刀补寄存器或作为K输入值输入。如果不想更新标定数据，则使用B2输入。

注意：指定D输入的值时，不要让刀架的任何部分与NC对刀系统接触。如果默认Z输入用于增量式测量深度，标定刀具的投影应至少为35 mm。

D_ #7 参考测量点之间的跨距。

要获得最高精度，该跨距值必须尽可能大，与对刀仪发射端和接收端装置之间的距离以及标定刀具的大小相称。

T_ #20 刀具长度补偿号。

这是标准刀长度存储的补偿位置。

K_ #6 标定刀具的参考长度。

默认值：所选刀补寄存器中的值。

Q_ #17 越程距离和径向间隙。

默认值：5.0 mm。

R_ #18 标准刀具的参考直径。

控制径向间隙移动距离。可为正值(+)或负值(-)。

Z_ #26 径向测量时相对刀具底部的测量深度。

默认值：5 mm。

7、输出

当运行此循环程序时，设定或更新以下输出值：

在测量跨距上的Ra轴光束准直误差。

在测量跨距上的Sp轴光束准直误差。

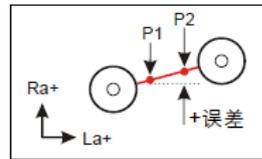


图4-5

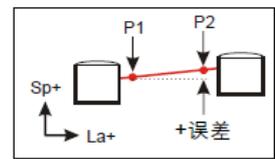


图4-6

如果使用B1和B3输入，还需设定以下输出(假设起始地址在#120中设定为520)。

#520 从光束正向(顶部)测量时，光束在临时刀具主轴(Sp)方向上的位置。

#521 从光束负向(底部)测量时，光束在临时刀具主轴(Sp)方向上的位置。

#522 从光束正向测量时，光束在临时径向测量轴(Ra)方向上的位置。

#523 从光束负向测量时，光束在临时径向测量轴(Ra)方向上的位置。

#524 在测量刀具时，沿着光束轴(La)的临时位置。

示例：光束准直调整与设定临时光束位置

O500

G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98

T1M6

G65 P9170 B3 T1 D40 K100 Q5 R8 Z4

M30

二、使用偏置销调整光束准直(宏程 O9170)

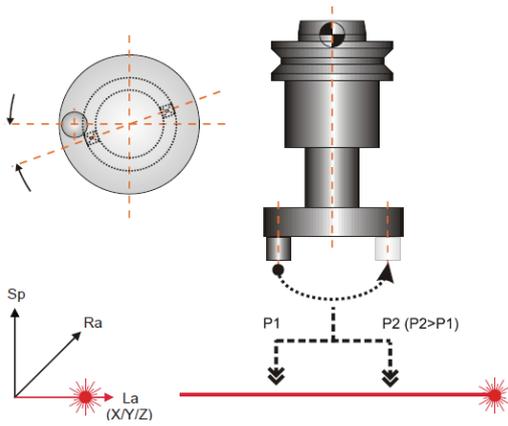


图 4-7 使用偏置销调整光束准直

在主轴无法沿着光束轴移动的装置上，无法通过一般方法调整光束准直。

这里介绍的循环程序使用偏置销和光束上两点P1 和P2 之间的主轴旋转，确定高度差异误差，从而确认光束水平。此循环程序仅可确定主轴上的一个高度误差。它不检查径向测量轴的光束垂直度，但通常这点并不重要。

1、所需的标定刀具

此循环程序需要带有所示偏置销的标准刀。是否知道刀具的确切尺寸并不重要，必须知道刀长并将其输入刀补寄存器。

2、描述

注：主轴定位功能并非是所有机床的标准配置。因此，该循环程序在测量点P1和P2配置有M0程序停止代码。在循环程序继续运行完成准直检查之前，可手动旋转主轴。如果提供主轴定位，M0程序停止代码可由可编程定位指令替代。

必须定位偏置销，以便确定如下测量位置：

(1)P1 <沿着光束的主轴中心位置；即从主轴中心位置沿着光束的负(-ve)方向，以及

(2)P2 >沿着光束的主轴中心位置；即从主轴中心位置沿着光束的正(+ve)方向。

将标定刀具安装到机床主轴上。运行光束准直程序，使用点动或手轮模式，移动刀具直至主轴中心线位于对刀的位置(通常是沿着光束的中点)且刀具的针端高于光束中心大约10 mm。选择继续测量。

此循环程序使用两个测量点之间主轴的180°定向，在P1和P2点测量光束，并在M500程序停止语句处停止，并弹出显示测量结果的提示对话框2。如果测量误差在公差范围内，则选择结束测量，否

则选择暂停调整，根据测量结果调整光束准直。调整完成后运行程序再次弹出此对话框，选择再次测量，识别新的准直误差。

3、格式

仅适用于设定光束准直

G65 P9170 B2 C180 D_ T_ (K_ Q_)

其中()表示可选输入。

设定光束准直和位置

G65 P9170 B3 C180 D_ T_ (K_ Q_)

其中()表示可选输入。

4、宏程序输入

下列输入与宏程序配用：

B_ #2 程序功能选择。

1:设定激光光束临时标定数据；

2:调整光束准直；

3:设定激光光束临时标定数据和调整光束准直。

此输入用于检查光束的准直以及设定临时光束位置数据。

注：使用B1和B3输入时，必须将标定刀具的正确长度输入T对应的刀补寄存器或作为K输入值输入。如果不想更新标定数据，则使用B2输入。

注意：指定D输入的值时，不要让刀架的任何部分与NC对刀系统接触。如果默认Z输入用于增量式测量深度，标定刀具的投影应至少为35 mm。

C_ #3 作为标记使用，以选择主轴定向循环方法。可设定为任意值，但建议您使用C180值。

D_ #7 参考测量点之间的跨距。要获得最高精度，该跨距值必须尽可能大，与对刀仪发射端和接收端装置之间的距离以及标定刀具的大小相称。

T_ #20 刀具长度补偿号。

这是标准刀长度存储的补偿位置。

K_ #6 标定刀具的参考长度。

默认值：所选刀补寄存器中的值。

Q_ #17 越程距离和径向间隙。

默认值：5.0 mm。

R_ #18 标准刀具的参考直径。

控制径向间隙移动距离。可为正值(+)或负值(-)。

Z_ #26 径向测量时相对刀具底部的测量深度。

默认值：5 mm。

如果使用B1和B3输入，还需设定以下输出(假设起始地址在#120中设定为520)。

#520 从光束正向(顶部)测量时, 光束在临时刀具主轴(Sp)方向上的位置。

#521 从光束负向(底部)测量时, 光束在临时刀具主轴(Sp)方向上的位置。

#522 从光束正向测量时, 光束在临时径向测量轴(Ra)方向上的位置。

#523 从光束负向测量时, 光束在临时径向测量轴(Ra)方向上的位置。

#524 在测量刀具时, 沿着光束轴(La)的临时位置。

示例：偏置销标准刀具设定激光光束临时标定数据和调整光束准直

O500

G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98

T1M6

G65 P9170 B3 C180 T1 D40 K100 Q5 R8 Z4

M30

三、系统标定(宏程序 O9171)

宏程序O9171用于标定对刀系统。在通过光束调整循环程序调整激光光束准直后或定期标定系统时, 必须使用此程序。标定循环程序的功能如下:

1. 精确标定Ra、La和Sp轴上光束的位置。
2. 补偿由机床温度变化导致的主轴(Sp)和径向测量(Ra)轴的变化。
3. 测量主轴上的刀具静态径向跳动。该功能将在第九节第七部分“静态跳动检查(宏程序O9171)”中介绍。

注意：在运行此循环程序或其他任何循环程序之前(除光束调整宏程序O9170外), 必须加载标定数据。

1、所需的标定刀具

此循环程序需要在机床主轴上安装标定刀具并使刀具号(T)生效。理论上, 这应该是一把具有最小径向跳动的平底、实心、圆柱形刀具。知道此刀具的确切设定长度和直径非常重要。

2、描述

运行此循环程序之前, 在机床主轴上安装标定刀具并使刀具号(T)生效。当刀具旋转时, 标定Sp轴的光束位置和Ra轴的光束中心。在刀具静止时, 标定光束宽度。从而消除可能由刀具引入的径向跳动误差。

3、格式

标定

G65 P9171 B1 R_ (C_ T_ K_ Q_ S_ Y_ Z_ W_)

其中()表示可选输入。

示例: G65 P9171 B1 R8 T1 K100 Q5 S1000 Y1 Z4 W5

标定(不标定动态位置区域)

G65 P9171 B-1 R_ (C_ T_ K_ Q_ S_ Y_ Z_ W_)

示例: G65 P9171 B-1 R8 T1 K100 Q5 S1000 Y1 Z4 W5

4、宏程序输入

下列输入与宏程序配用:

B_ #2 1:标定。

-1:标定, 不标定动态位置区域。

A_ #1 是否不检查主轴转速S参数值。

空:检查, 防止过低转速测量影响测量精度;

1:不检查, 过低转速测量不会影响测量精度, 适用于禁止旋转工具的测量; (禁止旋转工具,

比如工件测头)

设为A1时仅限B10功能使用, 且S参数必须输入。

C_ #3 B1/B-1/B4/B5/B6功能时用于温度补偿跟踪的工件偏置编号;

B1/B-1功能时存储温度补偿跟踪参考值。忽略: 不存储;

53:G54Ext ; 54~59:G54~G59 ;

101~148:G54.1P1~G54.1P48。

R_ #18 B1/B-1/B5/B6功能时标准刀具的参考直径。

为保证标定和跟踪结果准确, 必须根据#114的配置值按照以下要求输入:

当#114=2时, R参数输入:刀具的确切直径。

当#114=1或-1时, R参数输入:刀具的确切直径+刀具测量深度位置主轴的径向静态跳动量。

注：刀具的确切直径必须由第三方测量设备精确测量获得, 专用标准刀具一般都会直接提供此类几何数据。刀具测量深度位置主轴的静态径向跳动量必须由千分表精确打表获得。

默认值: 所选刀补寄存器中的值。

T_ #20 B1/B-1/B4/B5/B6功能时标准刀具长度补偿编号。范围1~99。

默认值: 主轴当前刀号。

K_ #6 标定刀具的参考长度。

默认值: T参数刀长补偿编号内的刀长补偿值。

Q_ #17 越程距离和径向间隙。

默认值: 配置参数的设置值。

S_ #19 进行标定时的主轴转速。

建议主轴转速不要超过3000R/MIN，尽量在2000~4000R/MIN范围内。

A1时不能为空。

默认值：配置参数的设置值。

Y_ #25 长度标定的径向偏移。

这是进行长度测量时，光束横向上具有的偏置。刀具总是首先定位到光束的中心线。

默认值：中心。

Z_ #26 刀具测量高度。

可确定进行直径标定时，刀具上光束的高度。

默认值：5 mm。

I_ #4 当前标定运行前的标定数据是否为临时标定数据。1:是；空:否

临时标定数据一般由O9170程序设定，为近似数值，误差较大。

设为1时，在轴向精确测量前，将先搜索光束径向精确位置，

校正由临时标定数据中的光束径向近似位置引起的轴向测量误差。

当激光对刀仪挪动安装后首次标定，该参数如果设为1，此时只需运行一次标定，如果设为空，则须连续运行两次标定；

当激光对刀仪挪动安装后非首次标定，该参数设为空即可。

5、附加输入

W 使用带凸肩的标准刀

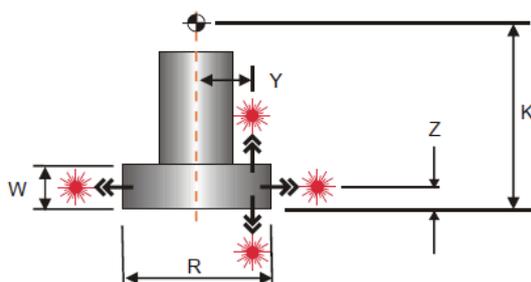


图4-8

6、描述

W输入允许从光束的四个方向进行完整标定。此循环程序始终从光束的顶部和底部进行标定。如果在设定宏程序中设定#114 = 2，也可以从光束正负两个方向上进行标定。如果#114设定为1或-1，第四个方向通过计算来确定。

仅在与Y输入配用时，使用W输入才有效。

W 标定刀具肩部的参考高度。

7、输出

当运行此循环程序时，设定或更新以下输出值：

#520 [520 + 0] 从光束正向(顶部)测量时，光束在刀具主轴(Sp)方向上的位置。

#521 [520 + 1] 从光束负向(底部)测量时，光束在刀具主轴(Sp)方向上的位置。

#522 [520 + 2] 从光束正向测量时，光束在径向测量轴(Ra)方向上的位置。

#523 [520 + 3] 从光束负向测量时，光束在径向测量轴(Ra)方向上的位置。

#524 [520 + 4] 测量刀具时，沿着光束(La)的测量点。

#525 [520 + 5] 动态位置区域。

#526 [520 + 6] 主轴(长度测量)温度补偿工件偏置。

#527 [520 + 7] 径向测量轴温度补偿工件偏置。

示例：标定

O500

G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98

T1M6

G65 P9171 B1 R8 T1 K100 Q5 S1000 Y1 Z4

M30

第九节 测量宏程序介绍

一、刀具长度设定(宏程序 O9172)

宏程序O9172用于测量切削刀具的有效长度。刀具长度测量循环程序适用于在中心上对刀(例如钻头和球头铣刀),也适用于不在中心上对刀(例如面铣刀和端铣刀)。

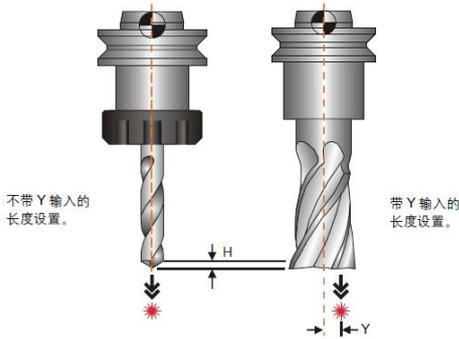


图 4-9

1、描述

在刀具旋转的同时测量刀具长度。将有效刀具长度写入刀补寄存器。

2、格式

G65 P9172 (B1 A_ T_ Y_ W_ J_ H_ M_ Q_ S_ U_)其中()表示可选输入。

示例: G65 P9172 B1 A1 T1 Q5 S3000 U3

3、宏程序输入

下列输入与宏程序配用:

B_ #2 程序功能选择。忽略:默认为 1。

- 1:刀具长度测量。
- 2:刀具半径测量。
- 3:刀具长度和半径测量。
- 4:圆柱刀具侧刃刀沿检测。

T_ #20 刀具长度补偿编号。忽略:默认取主轴 T 号。

Y_ #25 长度测量的径向偏移。忽略:默认为 0MM。

J_ #5 刀具长度校正经验值。最终结果使用经验值对测量结果叠加补偿。

忽略:不使用。

H_ #11 刀具长度超差的公差值。如果刀具长度超差,则不更新刀补。

忽略:不做刀具长度超差检查

M_ #13 测量结果超差报警标记。忽略:超差报警;

- 1:超差不报警。

Q_ #17 越程距离和径向间隙。忽略:默认取配置参数的设置值。

S_ #19 主轴转速。忽略:默认取配置参数的设置值。

U_ #21 使用测量结果更新刀补寄存器标记。刀长和半径更新目标位置分别由 T 参数和 D 参数指定。

忽略:不更新。

0:不更新。

1:更新刀长几何偏置,清零刀长磨损偏置。

2:更新半径几何偏置,清零半径磨损偏置。

3:更新刀长几何偏置,清零刀长磨损偏置,更新半径几何偏置,清零半径磨损偏置。

B1 功能时设置 U3 相当于 U1 ,B2 功能时设置 U3 相当于 U2。

-1:不更新刀长几何偏置,更新刀长磨损偏置。

-2:不更新半径几何偏置,更新半径磨损偏置。

-3:不更新刀长几何偏置,更新刀长磨损偏置,不更新半径几何偏置,更新半径磨损偏置。

B1 功能时设置 U-3 相当于 U-1 ,B2 功能时设置 U-3 相当于 U-2。

附加输入

A 实心刀具

A输入用于禁用实心刀具的最低r/min 检查,而不必控制主轴转速。这对于深孔钻特别适用,因为在没有支持的情况下,刀具无法在较高主轴转速下运转。

实心刀具:这是指刀齿不伸出刀具中心点之下的刀具。钻头、丝锥、铰刀是实心刀具的示例。其他刀具必须在其实心点之上进行检查;即在正常刀具可完全阻挡光束的位置。

A1 禁用实心刀具(例如钻头和丝锥)的最低r/min 检查。可使刀具用小于最低r/min 检查值的主轴转速运转。

默认值:如果未对此进行编程,则执行主轴转速检查。

W 上刀沿和下刀沿设定

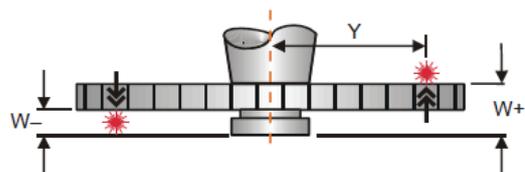


图 4-10 上刀沿和下刀沿设定

W输入用于在任一刀沿上设定刀具。这非常适

用于薄型锯片铣刀(如上所示)等刀具；因为在测量时，该刀具在距离光束2 mm处，以较低的进给率移入光束，以满足在较薄部位测量的需要。

仅在与Y输入配用时，使用W输入才有效，并且Y参数不能小于0.5MM。W长度测量时T型刀具底部至要测量的上/下刀沿的距离。

正值:在刀具的上刀沿进行测量。

负值:在刀具的下刀沿进行测量。

4、输出

当运行此循环程序时，设定或更新以下输出值：
 设定刀具长度。

#290 测量结果超差标记。

0:所有项都在公差范围内；其它:有超差项，按照位进行标记。

从低位到高位依次为，第1位:长度超差标记；

[#290 AND 1]结果等于1:长度超差；其它:长度在公差范围内；

#291 刀具长度测量结果。#0:无测量结果；其它:测量结果。

示例1：使用中心刀具时的刀长设定

```
O500
G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98
T1M6
G65P9172 B1
M30
```

示例2：使用偏心刀具时的刀长设定

假设刀具直径为80 mm。

```
O500
G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98
T1M6
G65P9172 B1 Y38 S800
M30
```

二、刀具半径设定(宏程序 O9172)

宏程序O9172用于测量刀具的有效半径或直径。刀具半径测量循环程序，可从光束正向、负向或正负两个方向对半径或直径进行测量。

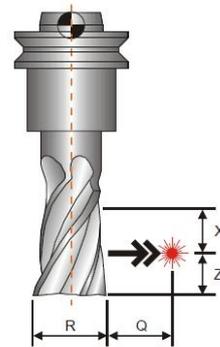


图 4-11 刀具半径设定

1、描述

在刀具旋转的同时测量刀具的半径或直径。径向测量可在光束一个方向或正负两个方向上进行。将有效半径写入刀补寄存器。

2、格式

G65 P9172 B2 (D_ T_ Z_ X_ F_ I_ E_ M_ Q_ R_ S_ U_)其中()表示可选输入。

示例：G65 P9172 B2 D1 T1 Z4 X0.5 F0.3 I0.01 E0.05 M1 Q5 R8 S3000 U2

3、宏程序输入

下列输入与宏程序配用：

B_ #2 程序功能选择。忽略:默认为 1。

1:刀具长度测量。

2:刀具半径测量。

3:刀具长度和半径测量。

4:圆柱刀具侧刃刀沿检测。

D_ #7 刀具半径补偿编号。忽略:默认取T参数。

T_ #20 刀具长度补偿编号。忽略:默认取主轴 T 号。

Z_ #26 径向测量时相对刀具底部的测量深度。

忽略:默认为5MM。

X_ #24 x+ = 主轴上高点的搜索距离。

此距离定义高于Z 输入测量高度的搜索距离，此高度可用于查找刀具上

的径向高点。它适合于单点镗杆以及具有不规则径向轮廓的刀具。提示：使用此输入增加循环时间,尽可能保持X距离小于4 mm ,并使用R 和Q 输入控制径向移动。

默认值：零 (0)

x- = 主轴上低点的搜索距离。

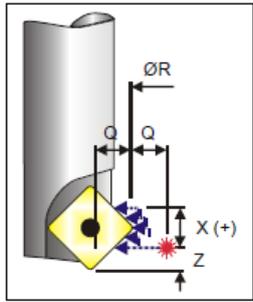


图4-12

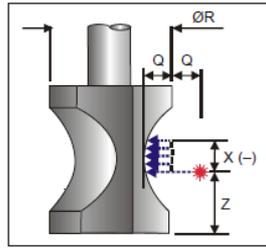


图4-13

F_ #9 B2/B3 D_ 功能时使用X_输入时,各径向测量之间的步距。范围0.1~1.5MM。忽略:默认为0.3MM。

B2/B3/B4 C_ 功能时使用X_输入时,进行圆柱轮廓检测的每转进给率。忽略:默认为0.1MM。

I_ #4 刀具半径校正经验值。最终结果使用经验值对测量结果叠加补偿。

忽略:不使用

E_ #8 刀具半径超差的公差值。如果刀具半径超差,则不更新刀补。

忽略:不做刀具半径超差检查。

M_ #13 测量结果超差报警标记。忽略:超差报警; 1:超差不报警。

Q_ #17 越程距离和径向间隙。忽略:默认取配置参数的设置值。

R_ #18 刀具的标称直径。忽略:默认取配置参数的测量刀具的最大直径。

S_ #19 主轴转速。忽略:默认取配置参数的设置值。

U_ #21 使用测量结果更新刀补寄存器标记。刀长和半径更新目标位置分别由T参数和D参数指定。

忽略:不更新。

0:不更新。

1:更新刀长几何偏置,清零刀长磨损偏置。

2:更新半径几何偏置,清零半径磨损偏置。

3:更新刀长几何偏置,清零刀长磨损偏置,更新半径几何偏置,清零半径磨损偏置。

B1 功能时设置 U3 相当于 U1 ,B2 功能时设置 U3 相当于 U2。

-1:不更新刀长几何偏置,更新刀长磨损偏置。

-2:不更新半径几何偏置,更新半径磨损偏置。

-3:不更新刀长几何偏置,更新刀长磨损偏置,不更新半径几何偏置,更新半径磨损偏置。

B1 功能时设置 U-3 相当于 U-1 , B2 功能时设置 U-3 相当于 U-2。

4、输出

当运行此循环程序时,设定或更新以下输出值:设定刀具长度。

#290 测量结果超差标记。

0:所有项都在公差范围内;其它:有超差项,按照位进行标记。

从低位到高位依次为,第1位:长度超差标记;

第2位:半径超差标记;

[#290 AND 2]结果等于2:半径超差;其它:半径在公差范围内;

#292 刀具半径测量结果。#0:无测量结果;其它:测量结果。

示例1:刀具半径设定

假设刀具是一把直径为10 mm的槽铣刀。

O500

G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98

T1M6

G65P9172 B2 D1

M30

示例2:刀具半径设定

假设是一把直径为80 mm的刀具。

O500

G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98

T1M6

G65P9172 B2 D1 S800 R80

M30

三、刀具长度和半径设定(宏程序 O9172)

宏程序O9172用于测量刀具的有效长度和半径或直径。刀具长度和半径测量循环程序尤其适用于面铣刀、端铣刀、槽孔铣刀、盘铣刀、燕尾铣刀和镗孔刀等刀具。

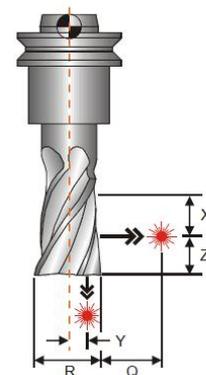


图 4-14

1、描述

此单个循环程序结合了刀具长度测量循环程序和具半径/直径测量循环程序。

图4-14显示了两种循环程序结合后的移动。径向测量(3)可在光束的一个方向或正负两个方向上进行。

可将长度和半径值写入刀具几何或者磨损偏置。

2、格式

G65 P9172 B3 (D_ T_ Y_ Z_ X_ F_ W_ I_ J_ E_ H_ M_ Q_ R_ S_ U_)

其中()表示可选输入。

示例：G65 P9172 B3 D1 T1 Y3 Z4 X0.5 F0.3 I0.01 J0.01 E0.05 H0.05 M1 Q5 R8 S3000 U3

3、宏程序输入

下列输入与宏程序配用：

B_ #2 程序功能选择。忽略:默认为1。

- 1:刀具长度测量。
- 2:刀具半径测量。
- 3:刀具长度和半径测量。
- 4:圆柱刀具侧刃刀沿检测。

D_ #7 刀具半径补偿编号。忽略:默认取T参数。

T_ #20 刀具长度补偿编号。忽略:默认取主轴 T 号。

Y_ #25 长度测量的径向偏移。忽略:默认为 0MM。

Z_ #26 径向测量时相对刀具底部的测量深度。忽略:默认为5MM。

X_ #24 x+ = 主轴上高点的搜索距离。

此距离定义高于Z输入测量高度的搜索距离，此高度可用于查找刀具上

的径向高点。它适合于单点镗杆以及具有不规则径向轮廓的刀具。提示：

使用此输入增加循环时间，尽可能保持X距离小于4 mm，并使用R和Q

输入控制径向移动。

默认值：零(0)。

x- = 主轴上低点的搜索距离。

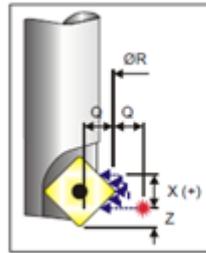


图4-15

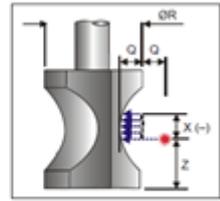


图4-16

F_ #9 B2/B3 D_ 功能时使用X_输入时，各径向测量之间的步距。范围：

0.1~1.5MM。忽略:默认为0.3MM。

B2/B3/B4 C_ 功能时使用X_输入时，进行圆柱轮廓检测的每转进给率。忽略:默认为0.1MM。

I_ #4 刀具半径校正经验值。最终结果使用经验值对测量结果叠加补偿。

忽略:不使用。

J_ #5 刀具长度校正经验值。最终结果使用经验值对测量结果叠加补偿。

忽略:不使用。

E_ #8 刀具半径超差的公差值。如果刀具半径超差，则不更新刀补。

忽略:不做刀具半径超差检查。

H_ #11 刀具长度超差的公差值。如果刀具长度超差，则不更新刀补。

忽略:不做刀具长度超差检查

M_ #13 测量结果超差报警标记。忽略:超差报警；1:超差不报警。

Q_ #17 越程距离和径向间隙。忽略:默认取配置参数的设置值。

R_ #18 刀具的标称直径。忽略:默认取配置参数的测量刀具的最大直径。

S_ #19 主轴转速。忽略:默认取配置参数的设置值。

U_ #21 使用测量结果更新刀补寄存器标记。刀长和半径更新目标位置分别由 T 参数和 D 参数指定。

忽略:不更新。

0:不更新。

1:更新刀长几何偏置，清零刀长磨损偏置。

2:更新半径几何偏置，清零半径磨损偏置。

3:更新刀长几何偏置，清零刀长磨损偏置，更新半径几何偏置，清零半径磨损偏置。

B1 功能时设置 U3 相当于 U1 ,B2 功能时设置 U3 相当于 U2。

-1:不更新刀长几何偏置，更新刀长磨损偏置。

-2:不更新半径几何偏置，更新半径磨损偏置。

-3:不更新刀长几何偏置,更新刀长磨损偏置,不更新半径几何偏置,更新半径磨损偏置。

B1 功能时设置 U-3 相当于 U-1, B2 功能时设置 U-3 相当于 U-2。

4、附加输入

W 上刀沿和下刀沿设定

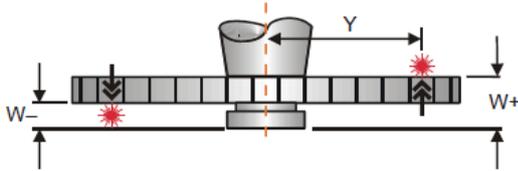


图 4-17

W输入用于在任一刀沿上设定刀具。这非常适用于薄型锯片铣刀(如上所示)等刀具;因为在测量时,该刀具在距离光束2 mm处,以较低的进给率移入光束,以满足在较薄部位测量的需要。

仅在与Y输入配用时,使用W输入才有效,并且Y参数不能小于0.5MM。

W长度测量时T型刀具底部至要测量的上/下刀沿的距离。

正值:在刀具的上刀沿进行测量。

负值:在刀具的下刀沿进行测量。

5、输出

当运行此循环程序时,设定或更新以下输出值:

#290 测量结果超差标记。

0:所有项都在公差范围内;其它:有超差项,按照位进行标记。

从低位到高位依次为,第1位:长度超差标记;

第2位:半径超差标记;

[#290 AND 1]结果等于1:长度超差;其它:长度在公差范围内;

[#290 AND 2]结果等于2:半径超差;其它:半径在公差范围内;

#291 刀具长度测量结果。#0:无测量结果;其它:测量结果。

#292 刀具半径测量结果。#0:无测量结果;其它:测量结果。

示例1:刀具长度/半径设定

假设刀具是一把直径为10 mm的槽铣刀。

O500

G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98

T1M6

G65P9172 B3 D1

M30

示例2:刀具长度/半径设定

假设是一把直径为80 mm的刀具。

O500

G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98

T1M6

G65P9172 B3 D1 Y38 T1 S800

M30

四、刀沿检查(宏程序 O9172)

宏程序 O9172 用于检查刀具的刀沿。直径刀沿检查循环程序用于检查刀具是否存在刀齿缺失/损坏或过度径向跳动等问题。

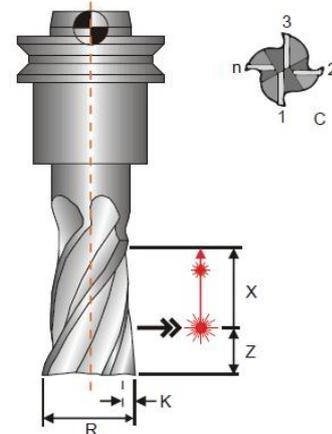


图4-18

1、描述

在检查刀具是否存在刀齿缺失或过度径向跳动问题之前,首先设定半径/直径。然后,直径刀沿检查循环程序将旋转的刀具移入光束中,包括径向跳动偏差值的刀齿干扰光束为止。该值由K输入定义。

主轴转速通过对刀仪系统的最小脉冲信号延迟(#115)和切削刀具的刀齿数量计算得出。这可以确保在没有刀齿缺失或超差的情况下,每个刀齿进入光束时,都能保持永久光束阻断信号。监测光束阻断信号至少两转。

2、格式

圆柱刀具侧刃刀沿检测

G65 P9172 B4 C_T_Z_X_F_K_M_Q_R_S_

刀具半径测量以及圆柱刀具侧刃刀沿检测

G65 P9172 B2 C_D_T_Z_X_F_I_E_K_M_Q_R_S_U_

刀具长度和半径测量以及圆柱刀具侧刃刀沿检测

G65 P9172 B3 C_ D_ T_ Y_ Z_ X_ F_ W_ I_ J_ E_ H_ K_ M_ Q_ R_ S_ U_
示例：G65 P9172 B4 C3 T1 Z4 X0.5 F5 Q5 R8 S1000

3、宏程序输入

下列输入与宏程序配用：

B_ #2 程序功能选择。忽略:默认为 1。

- 1:刀具长度测量。
- 2:刀具半径测量。
- 3:刀具长度和半径测量。
- 4:圆柱刀具侧刃刀沿检测。

C_ #3 刀具上刀齿的数量。可自动选择刀沿检查。
默认值：无默认值。

T_ #20 刀具长度补偿编号。忽略:默认取主轴 T 号。

Z_ #26 径向测量时相对刀具底部的测量深度。忽略:默认为5MM。

X_ #24 B2/B3 D_ 功能时主轴上高点或低点的搜索距离。

忽略:不做主轴上高点或低点的搜索。

正值:主轴上高点的搜索距离。

负值:主轴上低点的搜索距离。

主轴上高点或低点的搜索时，R参数必须输入，F参数不能大于X参数的一半。

B2/B3/B4 C_ 功能时主轴移动圆柱轮廓检测距离，忽略:仅在初始点做检测。

F_ #9 B2/B3 D_ 功能时使用X_输入时，各径向测量之间的步距。范围0.1~1.5MM。忽略:默认为0.3MM。

B2/B3/B4 C_ 功能时使用X_输入时，进行圆柱轮廓检测的每转进给率。忽略:默认为0.1MM。

K_ #6 刀具径向跳动或刀沿的公差值。忽略:默认取配置参数的设置值。

M_ #13 测量结果超差报警标记。忽略:超差报警；1:超差不报警。

Q_ #17 越程距离和径向间隙。忽略:默认取配置参数的设置值。

R_ #18 刀具的标称直径。忽略:默认取配置参数的测量刀具的最大直径。

S_ #19 主轴转速。忽略:默认取配置参数的设置值。

4、输出

当运行此循环程序时，设定或更新以下输出值：

#290 测量结果超差标记。

0:所有项都在公差范围内；其它:有超差项，按

照位进行标记。

从低位到高位依次为，第1位:长度超差标记；

第2位:半径超差标记；

第3位:刀刃破损缺失或刀具径向跳动超差或刀沿超差标记。

[#290 AND 1]结果等于1:长度超差；其它:长度在公差范围内；

[#290 AND 2]结果等于2:半径超差；其它:半径在公差范围内；

[#290 AND 4]结果等于4:刀刃破损缺失或刀具径向跳动超差或刀沿超差；

其它:径向跳动或刀沿在公差范围内。

示例：圆柱刀具侧刃刀沿检测

O500

G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98

T1M6

G65 P9172 B4 C3 T1 Z4 X1 F10 Q5 R8 S1000

M30

五、实心刀具破损检测(宏程序 O9176)

1、使用注意:

调用本程序前必须确认:

已根据实际情况正确配置编辑O9160程序；

已使用O9170程序完成调整光束准直；

已使用O9171程序完成标定；

测量刀具的刀具长度补偿值已准确设置，并被调用的T参数正确引用。

测量刀具为实心刀具，比如钻头、丝锥、铰刀等刀具不伸出刀具中心点之下的刀具。

宏程序O9176 用于检测切削刀具是否破损。

其仅适用于检测实心刀具。

实心刀具：这是指刀齿不伸出刀具中心点之下的刀具。钻头、丝锥、铰刀是实心刀具的示例。其他刀具必须在其实心点之上进行检查；即在正常刀具可完全阻挡光束的位置。

此循环程序采用跳进式检测，其中刀具沿用于长度设定的轴在激光光束中进出。此循环程序还可检测“刀具伸长”的状况，其中刀具可能已在加工过程中被拉出。

通常情况下，在一项加工操作之后，需要先检查刀具，确定刀具没有破损之后再选择下一把刀具。

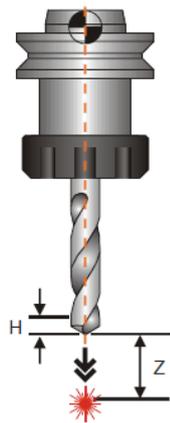


图4-19

2、描述

当刀具在激光光束中旋转时，执行刀具破损检测。刀具进出激光光束的速度很快。当使用Z输入时，刀具退回起始位置或刀具主轴(Sp)上的位置。然后，刀具在测量轴(Ra)和激光光束轴(La)上移动，直至移到高于光束的位置。最后，接近主轴(Sp)上的光束。

当使用正H值输入时，仅在刀具破损位置上检测刀具。当使用负H值输入时，在刀具伸长和破损位置上检测刀具。

循环结束时，如果没有使用Z输入，刀具会从光束退回主轴(Sp)上的安全位置，或退回起始位置。

3、格式

G65 P9176 (T_ Z_ H_ M_ S_)

其中()表示可选输入。

示例：G65 P9176 T1 Z50 H0.1 M1 S1000

4、宏程序输入

下列输入与宏程序配用：

T_ #20 刀具长度补偿编号。忽略:默认取主轴T号。
Z_ #26 相对光束的安全平面高度。<20MM:将被强制设为20MM；忽略:G28回参考点。

H_ #11 破损检测位置的轴向偏移，即刀具被定义为破损的公差值。

忽略:默认为0.5MM。

正值:检测刀具破损。

负值:检测刀具破损和刀具伸长。

M_ #13 检测结果破损报警标记。忽略:超差报警；
1:超差不报警。

S_ #19 主轴转速。忽略:默认为0。

5、输出

当执行此循环时，总是设定以下输出：

#180 刀具破损标记。

0=正常刀具，1=破损刀具，2=刀具伸长。

示例：刀具破损检测

O500

G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98

T1M6

G0G43H1Z200

(T1 刀具已完成加工顺序)

G0Z200 移至可调用刀具破损循环程序的安全位置。

X200 Y300

G65P9176Z100 执行刀具破损检测。发出刀具破损报警且程序停止，或者程序继续。

T1M6 选择下一把刀具并继续。

(继续加工)

如果使用刀具破损标记，调用循环程序则做如下修改：

G65P9176 Z100 M1 执行刀具破损检测但不发出报警。设定#148标记。

IF[#148EQ1]GOTO100 转至N100

(程序继续)

N100 程序将包含修正措施；例如，选择使用备用刀具或选择新工件。

六、温度补偿跟踪(宏程序 O9171)

宏程序O9171可用于标定由机床中的温度变化导致的主轴和/或径向测量轴的变化。

1、使用注意：

调用本程序前必须确认；

已根据实际情况正确配置编辑O9160程序；

已使用O9170程序完成调整光束准直，且调用时使用B1设定激光光束临时标定数据。

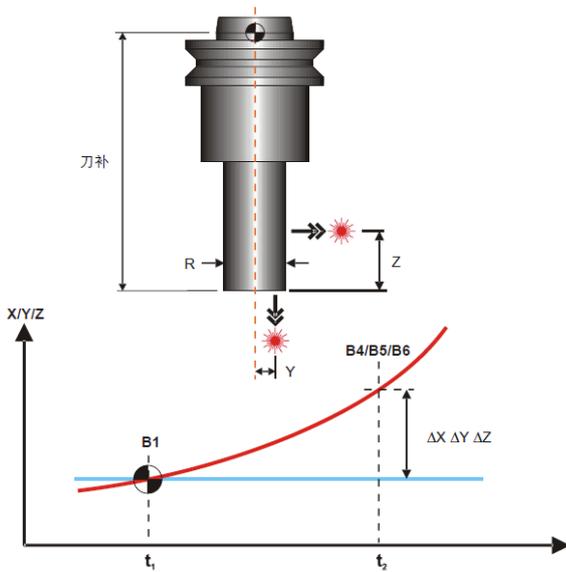


图 4-20

2、描述

必须将标定刀具安装到机床主轴上。

使用系统标定O9171宏程序,但不是重设标定数据,而是将光束位置与原始标定值进行比较。然后使用各轴的偏差调整相关工作件偏置。

注:使用先前用于标定的同一标定刀具和输入值非常重要(现在使用的输入B4、B5或B6除外)。

存储原始参考值后,对工件偏置值进行的单独调整将被忽略并使用温度跟踪循环程序覆盖。

3、格式

主轴上的温度补偿跟踪

G65 P9171 B4 (C_ T_ K_ H_ Q_ S_ Y_)

其中()表示可选输入。

示例: G65 P9171 B4 C53 T1 K100 H0.01 Q5 S1000 Y3

径向测量轴上的温度补偿跟踪

G65 P9171 B5 (R_ C_ T_ H_ Q_ S_ Z_)

示例 :G65 P9171 B5 R8 C53 T1 H0.01 Q5 S1000 Z4

主轴和径向测量轴上的温度补偿跟踪

G65 P9171 B6 (R_ C_ T_ K_ H_ Q_ S_ Y_ Z_)

示例: G65 P9171 B6 R8 C53 T1 K100 H0.01 Q5 S1000 Y3 Z4

4、宏程序输入

下列输入与宏程序配用:

B_ #2 程序功能选择。

4:主轴上的温度补偿跟踪;

5:径向测量轴上的温度补偿跟踪;

6:主轴和径向测量轴上的温度补偿跟踪。

R_ #18 标准刀具的参考直径。

当#114=2时, R参数输入:刀具的确切直径;

当#114=1或-1时, R参数输入:刀具的确切直径+刀具测量深度位置主轴的径向静态跳动量。

C_ #3 用于温度补偿跟踪的工件偏置编号。

53:G54Ext; 54~59:G54~G59;

101~148:G54.1P1~G54.1P48;

B1/B-1功能时存储温度补偿跟踪参考值。忽略:不存储;

B4/B5/B6功能时使用温度补偿跟踪结果更新该工件偏置。

忽略:不更新;

使用B4/B5/B6 C_功能时必须已使用B1/B-1 C_功能做过标定,且使用同一标准刀具和C参数。

T_ #20 标准刀具长度补偿编号。

忽略:默认取主轴T号。

K_ #6 标准刀具的参考长度。

忽略:默认取T参数刀长补偿编号内的刀长补偿值。

H_ #11 B4/B5/B6功能时温度变化波动的公差值。

空:不做温度变化波动超差检查。

Q_ #17 越程距离和径向间隙。

忽略:默认取配置参数的设置值。

S_ #19 主轴转速。忽略:默认取配置参数的设置值。

建议:主轴转速不要超过3000R/MIN,尽量在2000~4000R/MIN范围内。

Y_ #25 长度标定的径向偏移。忽略:默认为0MM。

Z_ #26 径向测量时相对刀具底部的测量深度。

忽略:默认为5MM。

5、输出

当运行此循环程序时,设定或更新以下输出值:

#291 主轴上的温度补偿误差。#0:无测量结果;其它:测量结果。

#292 径向测量轴上的温度补偿误差。#0:无测量结果;其它:测量结果。

#[#147] 主轴上的温度补偿跟踪的工件偏置;

#[#146] 径向测量轴上的温度补偿跟踪的工件偏置。

示例:

假设需要跟踪主轴和径向测量轴上的变化。外部工件偏置用于存储补偿。

O500
G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98
T1M6
G65P9171 B6 C53 K88 R6
M30

或者若需要单轴跟踪，则使用B4或B5输入。

七、刀具静态径向跳动测量(宏程序 O9171)

宏程序O9171可用于测量主轴上刀具的静态径向跳动。

1、使用注意：

- 调用本程序前必须确认；
- 机床支持主轴定向功能；
- 已根据实际情况正确配置编辑O9160程序；
- 已使用O9170程序完成调整光束准直；
- 已使用O9171(B1/B-1)程序完成标定；

2、描述

利用主轴定向功能，将刀具圆周N(N必须为4的倍数)等分，并进行N次径向测量。获得主轴旋转和停止时的刀具直径、刀具静态径向跳动测量结果、径向跳动最低点的半径值、径向跳动最高点的半径值、径向跳动最低点的主轴定向角度位置以及径向跳动最高点的主轴定向角度位置。

3、格式

G65 P9171 B10 (A_) C_ R_ T_ (H_ Q_) S_ Z_
其中()表示可选输入。
示例：G65 P9171 B10 A1 C36 R6 T6 H0.01 Q5 S3000 Z2

4、宏程序输入

下列输入与宏程序配用：

- B_ #2 程序功能选择。
10：主轴上的刀具静态径向跳动测量。
- A_ #1 是否不检查主轴转速S参数值。
空:检查，防止过低转速测量影响测量精度；

1:不检查，过低转速测量不会影响测量精度，适用于禁止旋转工具的测量；禁止旋转工具，比如工件测头。

设为A1时仅限B10功能使用，且S参数必须输入，这对于工件测头特别适用，因为工件测头不允许主轴转速，必须输入S0。

C_ #3 B10功能时圆周等分的径向测量点个数。范围4~360，且必须为4的整数倍。

R_ #18 标准刀具的参考直径。

当#114=2时，R参数输入:刀具的确切直径；
当#114=1或-1时，R参数输入:刀具的确切直径+刀具测量深度位置主轴的径向静态跳动量。

T_ #20 标准刀具长度补偿编号。忽略:默认取主轴T号。

H_ #11 B10功能时刀具静态径向跳动超差的公差值。

空:不做刀具静态径向跳动超差检查。

Q_ #17 越程距离和径向间隙。

忽略:默认取配置参数的设置值。

S_ #19 主轴转速。忽略:默认取配置参数的设置值。
建议主轴转速不要超过3000R/MIN，尽量在2000~4000R/MIN范围内。

Z_ #26 径向测量时相对刀具底部的测量深度。
忽略:默认为5MM。

5、输出

当运行此循环程序时，设定或更新以下输出值:

- #291 主轴旋转时的刀具直径测量结果
- #292 主轴停止时的刀具直径测量结果。使用#292=#291-#293计算获得
- #293 刀具静态径向跳动测量结果。使用#293=#295-#294计算获得
- #294 径向跳动最低点的半径值
- #295 径向跳动最高点的半径值
- #296 径向跳动最低点的主轴定向角度位置
- #297 径向跳动最高点的主轴定向角度位置

第十节 其他宏程序功能介绍

一、复位激光对刀仪系统工作状态(宏程序 O9170)

1、描述

通过 M 代码关闭激光、刀具吹气清洁、锁存模式以及刀具破损快速检测模式(如果工作状态未支持或者保持常开，则不进行处理)。

2、格式

G65 P9170 B10

二、人机交互检测激光对刀仪系统工作信号 (宏程序 O9170)

1、描述

根据程序界面提示步骤操作，确定激光对刀仪

第十一节 激光对刀仪使用示例

使用工具：

- (1)雷尼绍激光对刀仪；
 - (2)直径为12.004mm的标准刀；
 - (3)加工刀具(待测量刀具)：直径为8mm的平底刀；
- 在本示例中使用正向刀补，将主轴端面定为零平面。标准刀刀长设置为100mm。

一、安装激光对刀仪

在机床上安装激光对刀仪,激光对刀仪与X轴平行；

二、程序安装

导入基础宏程序，并在系统->参数->A4.程序->M指令属性1使能相关M代码，重启En3d。

相关M代码定义：

- M156 开启激光的M代码，LASER ON。
- M157 关闭激光的M代码，LASER OFF。
- M158 开启刀具吹气清洁的M代码，AIR ON。
- M159 关闭刀具吹气清洁的M代码，AIR

OFF。

M160 开启锁存模式的M代码，LATCH ON。

M162 关闭锁存模式的M代码，LATCH OFF。

M161 开启刀具破损快速检测模式的M代码，BT ON。

M162 关闭刀具破损快速检测模式的M代码，BT OFF。

三、设定通用参数

根据对刀仪型号和刀具相关参数设定O9160程序。

在设定O1960参数时，请使用记事本格式打开O9160.nc文件，设定完参数后保存并将O9160.nc程序导入En3d8。具体参数设定请参照第六节程序变量。

参数设定如下所示：

(标准刀刀长为100mm，激光对刀仪光束轴与机床X轴平行)

是否正常工作，其中包括正常对刀模式、锁存模式(刀具破损快速检测模式)和刀具清洁吹气。

2、格式

G65 P9170 B11

```
#160=156;
#161=157;
#162=158;
#163=159;
#164=160;
#165=162;
#166=161;
#167=162;
M9;
G90 G80 G40 G0;
;G94;
GOTO151
N1
#139=0;
#109=1;
#154=0;
#155=0;
#156=0;
N1000(=====
=====)
#135=1(* 激光对刀仪系统类型选择。)
(#0:未配置编辑O9160程序;)
(1:雷尼绍;)
(2:马波斯;)
(3:海克斯康;)
(4:海德汉;)
(5:波龙)
#120=520(* 保存标定参数数据的保持型公共宏
变量的起始地址。范围500~880)
#121=1(* 激光光束轴定义。1:X;2:Y;3:Z;负值
-1/-2/-3表示主轴无法沿光束轴移动。)
#122=2(* 径向测量轴定义。1:X;2:Y;3:Z)
#151=90(* 发射端与接收端在激光光束轴方向上
的距离。用于有限的安全防呆检查)
```

#153=30(* 底座相对光束在长度测量轴方向上的深度。用于有限的安全防呆检查)
#110=85(* 测量刀具的最大长度。用于定义激光光束上方的主轴端面快速接近时的高度。)
#111=110(* 测量刀具的最小长度。用于定义激光光束上方的主轴端面测量时的最低高度。)
(为了确保安全, #110-#111应尽量小于#153-5,)
(测量刀具的装刀长度必须严格按照#111~#110的长度范围, 否则可能发生刀具碰撞对刀仪的危险!!!)
#112=20(* 测量刀具的最大直径)
#101=0(* 大型刀具径向单方向测量的临界直径。直径大于指定直径的刀具仅在光束的一个方向测量。)
(正值:从正方向;)
(负值:从负方向;)
(0:所有刀具均按#113设定)
#113=2(* 径向测量方向选项。1:从光束正向测量; -1:从光束负向测量; 2:从光束正负两个方向测量)
#114=2(* 径向标定方向选项。1:从光束正向测量; -1:从光束负向测量; 2:从光束正负两个方向测量)
#32=1(* 径向双方向测量的优先测量方向。根据刀具清洁吹气的气嘴安装位置确定, 用于获得最佳的清洁效果。)
(1或其它:先从光束正向测量, 当气嘴位于光束负侧时设置;)
(-1:先从光束负向测量, 当气嘴位于光束正侧时设置)
#117=5(默认越程距离和径向间隙)
#118=0.002(默认测量分辨率。每转进给率, 单位MM/R)
#119=3000(默认主轴转速。单位R/MIN)
#108=300(* 主轴可准确运行的最低转速。单位R/MIN)
#150=20000(* 主轴可准确运行的最高转速。单位R/MIN)
#33=1(* 主轴是否可定向。0或其它:不可定向; 1:可定向)
#124=0.005(离散样本公差值)
#125=0.025(刀具径向跳动或刀沿的公差值)
#126=3(离散样本大小。范围1~5)
#127=5000(快速移动进给速度。单位MM/MIN)
#128=3000(首次测量进给速度。单位MM/MIN)
#148=0(用于刀具清洁吹气的气嘴自清洁延时。单位S。0:不进行自清洁; >0:自清洁延时)

(N1001~N1002区间的代码, 仅限使用雷尼绍激光对刀仪时设置)
IF[#135 NE 1] GOTO1002
N1001
#138=1(触发信号类型。1:电平; 2:脉冲, 必须使用检查激光是否正常的电平信号)
#115=0.02(触发信号保持时间或硬件信号脉冲时间。单位S)
#139=1000(* 防液滴功能开启基本转速选择。单位R/MIN。0:功能关闭; 500:延迟120MS; 1000:延迟60MS)
#109=1(测量模式选择。1:速度优先; 2:精度优先, 仅限防液滴功能开启时有效)
N1002
(N1003~N1004区间的代码, 仅限使用马波斯激光对刀仪时设置)
IF[#135 NE 2] GOTO1004
N1003
#138=2(触发信号类型。1:电平; 2:脉冲, 必须使用检查激光是否正常的电平信号)
#115=0.02(触发信号保持时间或硬件信号脉冲时间。单位S)
#154=1.0(第1次触碰附加的回退距离)
#155=0.05(第2次触碰附加的回退距离)
#156=0.02(第3次触碰附加的回退距离)
N1004
(N1005~N1006区间的代码, 仅限使用海克斯康激光对刀仪时设置)
IF[#135 NE 3] GOTO1006
N1005
#138=1(触发信号类型。1:电平; 2:脉冲, 必须使用检查激光是否正常的电平信号)
#115=0.02(触发信号保持时间或硬件信号脉冲时间。单位S)
N1006
(N1007~N1008区间的代码, 仅限使用海德汉激光对刀仪时设置)
IF[#135 NE 4] GOTO1008
N1007
#138=2(触发信号类型。1:电平; 2:脉冲, 必须使用检查激光是否正常的电平信号)
#115=0.02(触发信号保持时间或硬件信号脉冲时间。单位S)
N1008
(N1009~N1010区间的代码, 仅限使用波龙激光对

刀仪时设置)

IF[#135 NE 5] GOTO1010

N1009

#138=2(触发信号类型。1:电平；2:脉冲，必须使用检查激光是否正常的电平信号)

#115=0.02(触发信号保持时间或硬件信号脉冲时间。单位S)

N1010

#144=0(* 选择脉冲触发信号时，与用于检查激光是否正常的电平信号绑定的系统变量地址。)

(0:不使用该检查信号；)

(2250~2281:检查信号变量地址)

四、调试信号

调用O9170程序(B11功能)确定激光对刀仪信号是否正常工作。(在运行该程序过程中，请严格按照提示中的步骤进行操作！)

五、光束准直并设定临时标定数据

调用O9170程序(B3功能)调整光束准直并设定激光光束临时标定数据。

注意：

(1)在装卡标定刀时，请注意刀具有效长度，避免在运行光束准直程序时压帽与激光对刀仪相撞。

(2)在调用光束准直程序时，请确认系统->参数->A5.运行->其它里面的AF6.

切削必须检查转速到达未勾选，在调整完光束准直后，请勾选该选项。

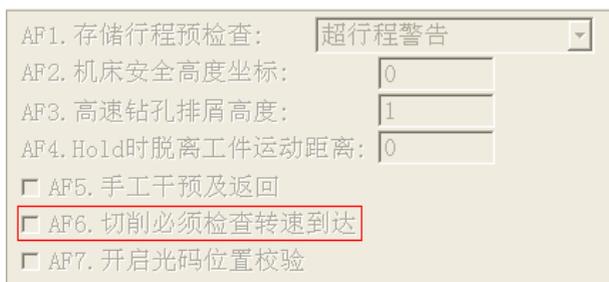


图4-21

调用示例：

(标准刀刀长为100mm，直径为12.004mm)

O500

G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98

T1M6

G65 P9170 B3 T1 D50 K100 Q5 R12.004 Z2

M30

六、系统标定

调用O9171程序(B1功能)进行标定。

调用示例：

(标准刀刀长为100mm，直径为12.004mm)

O501

G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98

T1M6

G65 P9171 B1 R12.004 T1 K100 Q5 S3000 Y3

Z2

M30

七、刀具长度和半径测量

调用O9172程序(B3功能)进行刀具长度和半径测量。

调用示例：

(直径为8mm的平底刀，测量距离刀尖0.5mm位置处的刀具半径，更新刀长几何偏置)

O502

G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98

T2M6

G65 P9172 B3 D2 T2 Z0.5 R4 S15000 U1

M30

八、定义加工基准Z

将已测量的平底刀移动到工件表面进行对刀，获取主轴当前机械坐标Z，然后将(当前机械坐标Z-平底刀刀长)的值输入加工原点表中。

50 系统外部功能使用说明

目 录

第一节 常规.....	50
一、对话框 (P220)	50
二、变量输出 (P221)	54
三、程序变量数组管理 (P222)	56
四、程序字符串文本管理 (P223)	57
五、CSV 表格管理 (P224)	58
六、程序操作 (P229)	59
七、系统参数交互 (P231)	60
第二节 测量补偿.....	61
一、测量数据管理 (P150)	61
二、测量数据计算 (P151)	63
三、测量补偿变换 (P152)	68
四、几何曲线管理 (P155)	76
第三节 CCD 识别与测量 (P160)	77
第四节 刀具寿命管理 (P210)	81
一、A 型刀具寿命管理	81
二、B 型刀具寿命管理.....	82

外部功能列表查看方法：系统>参数>A4.程序>外部扩展代码。如图 5-1 所示。

序号	编号	名称	可配置参数	可设置变量
1	P150	测量数据管理	Yes	No
2	P151	测量数据计算	Yes	No
3	P152	测量补偿变换	Yes	No
4	P155	几何曲线管理	Yes	No
5	P160	CCD识别与测量	Yes	Yes
6	P220	消息对话框	No	No
7	P221	宏变量输出	Yes	No
8	P222	程序变量数组管理	Yes	No
9	P223	程序字符串文本管理	Yes	No
10	P225	坐标变换	No	No
11	P230	获取功能操作权限	No	No
12	P240	MDI应用宏程序参数设置	Yes	No
13	P241	扩展代码基本数学库	Yes	No

图 5-1 外部功能列表

第一节 常规

一、对话框 (P220)

本功能提供对弹出消息对话框的定制，其中定制对话框支持最大个数为 2，通过以下几个子功能以及其组合来实现用户自己定义标题，内容和按钮的对话框。

1. 常规消息对话框 (L1)

- 1) 功能说明：弹出用户自定义内容标题对话框。
- 2) 调用方法：
G100 P220 L1(标题|对话框显示内容)
- 3) 输入变量：没有输入变量。
括号中输入要显示的对话框的标题和内容。
- 4) 输出变量：没有输出变量。
弹出用户定义标题和内容的对话框。
- 5) 程序示例：弹出一个对话框，标题：提示，内容：将测头旋转 180 度 G100 P220 L1 (提示|将测头旋转 180 度|)，弹出对话框如图 5-2：

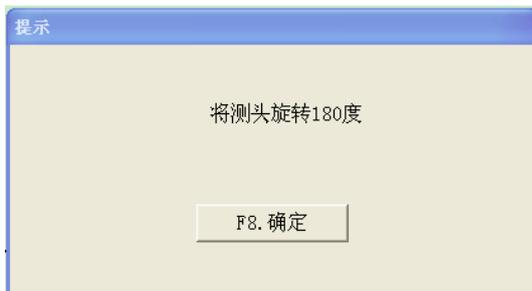


图 5-2

2. 清除定制对话框按钮 (L101)

- 1) 功能说明：清除指定编号 (忽略默认 1 号) 的定制对话框的所有按钮。
- 2) 调用方法：G100 P220 L101 D_
- 3) 输入变量：D 对话框编号，支持范围 1~2，忽略则默认 1 号。
- 4) 输出变量：没有输出变量。
- 5) 程序示例：清除编号为 1 的定制对话框按钮。
G100 P220 L101 或者 G100 P220 L101 D1

3. 添加定制对话框按钮 (L102)

- 1) 功能说明：为指定编号 (忽略默认 1 号) 的定制对话框添加一个按钮，一个定制对话框支持按钮个数为 1~4。
- 2) 调用方法：
G100 P220 L102 D_ V_ F_ E_ (name)
- 3) 输入变量：
D 对话框编号，支持范围 1~2，忽略则默认 1 号。
V 定制按钮返回值，用于后面按照不同按钮命令进行相应的处理。
F 定制按钮快捷键，0:无快捷键, 1:F1, 2:F2, ..., 10:F10，忽略则默认无快捷键。
E 定制按钮是否缺省，0:非缺省按钮, 1:缺省按钮，忽略则默认 0。

(name) 定制按钮上面显示的文本。

4) 输出变量：没有输出变量。

5) 程序示例：为编号 1 的定制对话框添加非缺省按钮，按钮的返回值为 1，快捷键为 F8，名称为暂停。

G100 P220 L102 V1 F8 (暂停) 或

G100 P220 L102 D1 V1 F8 E0 (暂停)

4. 弹出定制对话框 (L109)

1) 功能说明：

弹出定制对话框，即用户自己定义对话框的标题、按钮和内容，其中内容为程序字符串文本管理 (功能 P223) 中用户定义的相应文本编号中的内容。此功能必须与 L102 配对使用 (即需要先添加定制对话框按钮，才能弹出定制对话框)。

2) 调用方法：G100 P220 L109 D_ T_ (title)

#_ = #270

3) 输入变量：D 对话框编号，支持范围 1~2，忽略则默认 1 号。

T 对话框显示内容的文本编号。

(title) 可带格式转换的对话框标题名称

4) 输出变量：

#270 获取的数据值，即前面所定义相应操作的按钮返回值 (L102 子功能中输入变量 V 的值)。

5) 程序示例：弹出定制对话框，内容为文本编号为 2 的文本内容，其中暂停为缺省按钮。

G100 P220 L101; 清除定制对话框按钮

G100 P220 L102 V1 F5 (重试); 添加定制对话框按钮，名称为”重试”

G100 P220 L102 V2 F8 E1 (暂停); 添加定制对话框按钮，名称为”暂停”

G100 P220 L102 V3 F10 (忽略); 添加定制对话框按钮，名称为”忽略”

G100 P220 L109 D1 T2 (识别完成有失败单元时处理);

弹出对话框如下图 5-3 所示。



图 5-3 定制对话框

5. 设置绑定变量数组 (L201)

1) 功能说明：为指定编号 (忽略默认 1 号) 的定制对话框绑定指定编号的变量数组。

2) 调用方法：G100 P220 L201 D_ A_

3) 输入变量：

D 对话框编号，支持范围 1~2，忽略则默认 1 号。

A 绑定的变量数组编号，支持范围 1~10。

4) 输出变量：没有输出变量。

5) 程序示例：为编号 1 的定制对话框绑定编号为 2 的变量数组。

G100 P220 L201 A2 或

G100 P220 L201 D1 A2

6. 设置数组非末维条目名称 (L202)

1) 功能说明：

为指定编号 (忽略默认 1 号) 的对话框设置绑定变量数组非末维条目名称。如果对话框绑定的数组是 1 维的则不需此功能，若对话框绑定的数组是 2 维的则需要设置第一维条目名称，若对话框绑定的数组是 3 维的则需要设置第一维和第二维条目名称。

2) 调用方法：G100 P220 L202 D_ I_ (name)

3) 输入变量：

D 对话框编号，支持范围 1~2，忽略则默认 1 号。

I 非末维位置序号，其值为 1 或 2。

(name) 设置条目名称

4) 输出变量：没有输出变量。

5) 程序示例：为编号 1 的定制对话框设置二维数组非末维条目名称 '单板序号'。

G100 P220 L202 I1(单板序号)或

G100 P220 L202 D1 I1(单板序号)

7. 清除数组末维变量分类条目 (L203)

1) 功能说明：为指定编号 (忽略默认 1 号) 的对话框清除绑定变量数组末维变量分类条目。

2) 调用方法：G100 P220 L203 D_

3) 输入变量：D 对话框编号，支持范围 1~2，忽略则默认 1 号。

4) 输出变量：没有输出变量。

5) 程序示例：为编号 1 的定制对话框清除数组末维变量分类条目。

G100 P220 L203 D1 或 G100 P220 L203

8. 添加数组末维变量分类条目 (L204)

1) 功能说明：

为指定编号 (忽略默认 1 号) 的对话框设置绑定变量数组末维条目名称。末维分类条目可以不只是有一个，它的最大个数为对话框绑定的变量数组末维的尺寸。

2) 调用方法：G100 P220 L204 D_ C_ R_ (name)

3) 输入变量：

D 对话框编号，支持范围 1~2，忽略则默认 1 号。

C 变量分类条目末维位置序号，范围为[1 -> 末维的尺寸]。

R 变量分类条目读写属性标志，0:读写，1:只读，忽略则默认 0。

(name) 可带格式转换的条目名称

4) 输出变量：没有输出变量。

5) 程序示例：为编号 1 的定制对话框设置数组末维位置序号为 14 的条目名称 ‘是否选择识别’，且此条目下的数据值是可读写的。

G100 P220 L204 C14 (是否选择识别)或

G100 P220 L204 D1 C14 R0(是否选择识别)

9. 弹出变量数组设置对话框 (L209)

1) 功能说明：弹出指定编号 (忽略默认 1 号) 的变量数组设置对话框。对话框绑定的变量数组为一维时，则弹出对话框显示内容为两列表格，左边一列为条目名称，右边为其对应的数据值。

2) 调用方法：G100 P220 L209 D_ (title)

#_ = #270

3) 输入变量：

D 对话框编号，支持范围 1~2，忽略则默认 1 号。

(title) 可带格式转换的对话框标题名称

4) 输出变量：

#270 前面所定义相应操作的按钮返回值 (L102 子功能中输入变量 V 的值)。

5) 程序示例：

弹出编号 1 绑定编号为 3 的二维变量数组的设置对话框，其中数组末维变量条目 ‘X 坐标’ 设置为读写的形式，即用户可以在表格中修改值。

G100 P222 L1 A3 D2 U4 V3; 定义变量数组

G100 P222 L5 A1 I1 J1 E1.2000;

G100 P222 L5 A1 I1 J2 E3.1400;

.....

G100 P222 L5 A1 I4 J3 E1.2900; 设置变量数组指定位置的值得

G100 P220 L101; 清除定制对话框按钮

G100 P220 L102 V1 F8 (暂停); 添加定制对话框按钮

G100 P220 L102 V2 F10 E1 (继续); 添加定制对话框按钮

G100 P220 L201 A3; 设置绑定变量数组

G100 P220 L202 I1 (点序号); 设置数组非末维条目名称

G100 P220 L203; 清除数组末维变量分类条目

G100 P220 L204 C1 (X 坐标); 添加数组末维变量分类条目

G100 P220 L204 C2 R1 (Y 坐标); 添加数组末维变量分类条目

G100 P220 L204 C3 R1 (Z 坐标); 添加数组末维变量分类条目

G100 P220 L209 (点列坐标); 弹出变量数组设置对话框，如图 5-4 所示。

点序号	X坐标	Y坐标	Z坐标
1	1.2000	3.1400	4.1500
2	2.5000	3.1400	4.1500
3	9.5000	10.1400	5.1500
4	5.5000	0.5500	1.2900

图 5-4 变量数组设置对话框

10. 设置绑定 CSV 表格 (L211)

1) 功能说明：为指定编号 (忽略默认 1 号) 的定制对话框绑定指定编号的 CSV 表格。

2) 调用方法：G100 P220 L211 D_ T_

3) 输入变量：

D 对话框编号，支持范围 1~2，忽略则默认 1 号。

T CSV 表格编号，支持范围 1~4。

4) 输出变量：没有输出变量。

5) 程序示例：为编号 1 的定制对话框绑定编号为 1 的 CSV 表格。

G100 P220 L211 T1 或

G100 P220 L211 D1 T1

11. 设置表格固定行和固定列个数 (L212)

1) 功能说明：为指定编号（忽略默认 1 号）的定制对话框设置已绑定 CSV 表格显示的固定行和固定列个数。

2) 调用方法：G100 P220 L212 D_ E_ F_

3) 输入变量：

D 定制对话框编号，范围为 1~2，忽略默认为 1 号。

E 表格固定行个数，范围为 0 ~ 绑定表格的行数，忽略默认为 0。

F 表格固定列个数，范围为 0 ~ 绑定表格的列数，忽略默认为 0。

4) 输出变量：没有输出变量。

5) 程序示例：设置对话框显示表格的固定行个数为 1，固定列个数为 1。

G100 P220 L212 E1 F1 或

G100 P220 L212 D1 E1 F1

12. 设置表格指定范围的单元为只读 (L213)

1) 功能说明：为指定编号（忽略默认 1 号）的定制对话框设置已绑定 CSV 表格指定范围的单元为只读。

2) 调用方法：

G100 P220 L213 D_ R_ C_ U_ V_

3) 输入变量：

D 定制对话框编号，范围为 1~2，忽略默认为 1 号。

R 指定范围起始单元的行号，范围为 1 ~ 绑定表格的行数。

C 指定范围起始单元的列号，范围为 1~ 绑定表格的列数。

U 指定范围终止单元的行号，范围为 1 ~ 绑定表格的行数，忽略默认等于 R 参数，-1 表示为最末行。

V 指定范围终止单元的列号，范围为 1 ~ 绑定表格的列数，忽略默认等于 C 参数，-1 表示为最末列。

4) 输出变量：没有输出变量。

5) 程序示例：设置表格第四行到最末行，第二列到最末列为只读。

G100 P220 L213 R4 C2 U-1 V-1 或

G100 P220 L213D1 R4 C2 U-1 V-1

13. 弹出 CSV 表格设置对话框 (L219)

1) 功能说明：弹出指定编号（忽略默认 1 号）的 CSV 表格设置对话框。

2) 调用方法：G100 P220 L219 D_ (...)

#_ = #27

3) 输入变量：

D 定制对话框编号，范围为 1~2，忽略默认为 1 号。

(...) 可带格式转换的对话框标题名称。

4) 输出变量：#270 操作按钮的返回值。

5) 程序示例：弹出编号 1 绑定编号为 1 的 CSV 表格设置对话框，且对话框按钮分别为暂停和继续，并设置表格第四行到最末行，第二列到最末列为只读。

G100 P224 L1 T1 U5 V3; 定义 CSV 表格（见 1.5.1 说明）

G100 P224 L8 T1 (F:\EN3D_WORK\测量值.CSV); 加载 CSV 文件数据到 CSV 表格（见 1.5.7 说明）

G100 P220 L101; 清除定制对话框按钮

G100 P220 L102 V1 F8 (暂停); 添加定制对话框按钮

G100 P220 L102 V2 F10 E1 (继续); 添加定制对话框按钮

G100 P220 L211 T1; 绑定 CSV 表格

G100 P220 L212 E1 F1; 设置表格固定行和固定列个数

G100 P220 L213 R4 C2 U-1 V-1; 设置表格指定范围的单元为只读

G100 P220 L219 (CSV 表格显示测量点); 弹出 CSV 表格设置对话框

弹出对话框如下图 5-5 所示：



图 5-5 CSV 表格设置对话框

14. 发送本地应用消息 (L900)

1) 功能说明：

发送本地应用消息，将消息发送到信息>消息界面，但是不影响程序运行，消息查看方法：信息>消息，如 5-6 图所示。

时间	
2015. 10. 28. 11:42:28	
来源	消息
MsgModuleApp	数据超差

图 5-6 发送本地应用消息

2) 调用方法：G100 P220 L900 (...)

3) 输入变量：(...) 应用消息文本内容

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：发送数据超差消息

G100 P220 L900 (数据超差)

二、 变量输出 (P221)

本功能提供宏变量数据输出控制。使用以下几个子功能的组合实现变量格式化输出至指定文件：

1. 打开变量输出的目标文件 (L10)

1) 功能说明：

打开（文件不存在时将自动创建）指定路径文件为输出目标文件，并为该文件赋上用于 P221 功能内识别的文件编号。

2) 调用方法：G100P221L10 F_ T_ (file)

3) 输入变量：

F P221 功能目标文件识别编号，支持范围 1~10。

T 文件中数据更新方式，0 表示替换原有数据，1 表示向文件尾增加并保留原有数据，忽略则默认 1。

(file) 完整的文件路径。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：

采用数据追加方式打开文件“D:\测量文件数据\侧壁轮廓测量.TXT”作为 1 号文件。

G100P221L10 F1 (D:\测量文件数据\侧壁轮廓测量.TXT)

或 G100P221L10 F1 T1 (D:\测量文件数据\侧壁轮廓测量.TXT)

2. 关闭变量输出的目标文件 (L11)

1) 功能说明：关闭指定编号的输出目标文件，必须与 L10 功能相互配对使用。

2) 调用方法：G100P221L11 F_

3) 输入变量：

F P221 功能已打开的目标文件识别编号。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：关闭文件已打开的 1 号文件。

G100P221L11 F1

3. 变量格式化为文本输出到目标文件 (L20)

1) 功能说明：将变量按设定格式转为文本并输出到指定编号的目标文件。

2) 调用方法：G100P221L20 F_ (data)

3) 输入变量：

F P221 功能已打开的目标文件识别编号。

(data) 格式控制输出文本。

格式控制符<>规定：

a) <>尖括内为格式转换控制字串，尖括号外为不做转换(保持原样)输出的字符。

b) <>尖括内一般由三部分字段构成：转换标志字段、格式控制字段、变量数据字段。例如：<FMT:12.4F,#282>，其中，“FMT”为转换标志；“12.4F”为格式控制；“#282”为变量数据，它们分别使用冒号“:”和逗号“,”进行分隔。

c) 转换标志有两种，“FMT”表示数据格式化为文本；“ELN”表示换行控制。例如：<FMT:12.4F,#282>，将#282 变量数据保留 4 位小数，占 12 列，向右靠并左补空格输出；

<FMT:.3F,1.23456>, 将数据 1.23456 保留 3 位小数输出;

<FMT:-6.2D,8>, 将数据 8 保持 2 位输出, 占 6 列, 向左靠并右补空格输出;

<ELN:>或<ELN:1>, 换 1 行;

<ELN:2>, 连续换 2 行;

d) FMT 支持两种格式符输出, 分别为“D”十进制整数输出和“F”小数形式输出。

e) “D”格式符控制形式规定为: -m.nD, 各个符号的解释如下:

m 为指定的输出字段占用列宽度。如果数据的位数小于 m, 则补以空格, 若大于 m, 则按实际位数输出。左补空格还是右补空格由“-”符控制。

“-”符为左靠齐标志, 即带“-”表示向左靠并右补空格; 不带“-”表示向右靠并左补空格。若不需补充空格, 则此符号将无作用。

n 为指定的整数长度。如果数据的位数小于 n, 则左端补以 0, 若大于 n, 则按实际位数输出。

除了“D”外, 其余均可以根据实际要求省略。

例如, #500=123.789,

G100P221L20 F1 (<FMT:6.4D,#500>), 输出结果为- 0123, -表示空格;

G100P221L20 F1 (<FMT:-6.4D,#500>), 输出结果为 0123- -;

G100P221L20 F1 (<FMT:D,#500>), 输出结果为 123.

f) “F”格式符控制形式规定为: -m.nF, 各个符号的解释如下:

m 为指定的输出字段占用列宽度。如果数据的总位数(含小数点)小于 m, 则补以空格, 若大于 m, 则按实际位数输出。左补空格还是右补空格由“-”符控制。

“-”符为左靠齐标志, 即带“-”表示向左靠并右补空格; 不带“-”表示向右靠并左补空格。若不需补充空格, 则此符号将无作用。

n 为保留的小数位数。

除了“F”外, 其余均可以根据实际要求省略。

例如, #500=1.2345678,

G100P221L20 F1 (X=<FMT:8.4F,#500>), 输出结果为 X=- 1.2346;

G100P221L20 F1 (X=<FMT:-8.4F,#500>), 输出结果为 X=1.2346- -;

G100P221L20 F1 (X=<FMT:F,#500>), 输出结果为 X=1.234568.

4) 输出变量: 没有输出。

5) 程序示例: 输出测量数据 101 至 110 号数据的 XYZ 坐标至指定文件。

```

#2=#2400/10000; 从系统变量当前日期提取年
#3=[#2-FIX[#2]]*100; 提取月
#4=ROUND[[#3-FIX[#3]]*100]; 提取日
#5=#2401/10000; 从系统变量当前时刻提取时
#6=[#5-FIX[#5]]*100; 提取分
#7=ROUND[[#6-FIX[#6]]*100]; 提取秒
G100P221L10 F1 (D:\测量文件数据\轮廓测量
XYZ.TXT); 打开文件作为 1 号
G100P221L20F1
(===== <ELN:>
);输出至 1 号文件
G100P221L20 F1 (<FMT:D,#2>年
<FMT:.2D,#3>月<FMT:.2D,#4>日);
G100P221L20 F1 (<FMT:.2D,#5>时
<FMT:.2D,#6>分<FMT:.2D,#7>秒<ELN:2>);
G100P221L20 F1 (NO. X Y Z<ELN:>);
G100P150L30 S101; 开始连续获取测量数据
#1 = 1
WHILE[#1 LE 10] DO 1
G100P150L32; 测量数据读取
G100P221L20 F1
(<FMT:-6.D,#1><FMT:12.4F,#281>);
G100P221L20 F1
(<FMT:12.4F,#282><FMT:12.4F,#283><ELN:>);
#1 = #1 + 1
END 1
G100P221L20 F1 (<ELN:2>);
G100P221L11 F1; 关闭 1 号文件
G100P150L31; 结束连续获取测量数据输出结果
如图 5-7 所示。

```



图 5-7

4. 字串文本输出到目标文件 (L21)

- 1) 功能说明：将制定编号的字串文本输出到指定识别编号的目标文件。
- 2) 调用方法：G100 P221 L21 F_ T_
- 3) 输入变量：
 - F P221 功能已打开的目标文件识别编号。
 - T 字串文本编号。
- 4) 输出变量：没有输出变量。
- 5) 程序示例：将文本编号为 1 的字串文本内容输出到识别编号为 1 的目标文件。
G100 P221 L21 F1 T1

三、 程序变量数组管理 (P222)

本功能提供对程序变量数组的管理，通过以下几个子功能实现变量数组的定义以及对其指定位置数据值的设定和获取。

1. 定义变量数组 (L1)

- 1) 功能说明：

定义一个变量数组，需要规定数组的编号、维数以及各维的尺寸，且定义的变量数组个数支持范围为 1~10，单个数组支持的数据个数范围为 1~60000。
- 2) 调用方法：G100 P222 L1 A_ D_ U_ V_ W_
- 3) 输入变量：
 - A P222 功能数组编号，支持的范围为 1~10。
 - D P222 功能数组维数，只能为 1、2、3。
 - U 第 1 维尺寸。
 - V 第 2 维尺寸。
 - W 第 3 维尺寸。
- 4) 输出变量：没有输出。

- 5) 程序示例：定义一个编号为 1 的三维数组，第一维尺寸为 10，第二维尺寸为 20，第三维尺寸为 30。

G100 P222 L1 A1 D3 U10 V20 W30

2. 删除变量数组 (L2)

- 1) 功能说明：

将指定编号的变量数组删除，删除后此数组不存在，如果要对此编号数组进行操作需重新定义。
- 2) 调用方法：G100 P222 L2 A_
- 3) 输入变量：A P222 功能已定义的数组编号。
- 4) 输出变量：没有输出。
- 5) 程序示例：删除编号为 1 数组。

G100 P222 L2 A1

3. 设置变量数组指定位置的数据值 (L5)

- 1) 功能说明：

设置指定编号的变量数组指定位置的数据值。
- 2) 调用方法：G100 P222 L5 A_ I_ J_ K_ E_
- 3) 输入变量：
 - A P222 功能已定义的数组编号。
 - I 第 1 维位置标号。
 - J 第 2 维位置标号。
 - K 第 3 维位置标号。
 - E 设置的数据值。
- 4) 输出变量：没有输出。
- 5) 程序示例：给编号为 1 的三维数组的位置标号为 I1, J1, K1 处赋值 22.3。

G100 P222 L5 A1 I1 J1 K1 E22.3

4. 获取变量数组指定位置的数据值 (L6)

- 1) 功能说明：

获取指定编号的变量数组指定位置的数据值。
- 2) 调用方法：G100 P222 L6 A_ I_ J_ K_
- 3) 输入变量：
 - A P222 功能已定义的数组编号。
 - I 第 1 维位置标号。
 - J 第 2 维位置标号。
 - K 第 3 维位置标号。
- 4) 输出变量：#280 获取的数据值。
- 5) 程序示例 获取编号为 1 的三维数组的位置 I1, J1, K1 处的数据值，并赋值给变量#13。

G100 P222 L6 A1 I1 J1 K1

#13 = #280

四、程序字符串文本管理 (P223)

本功能提供对程序字符串文本的管理，通过以下几个子功能实现字符串文本的定义、删除、清空文本内容、添加字符到文本、拷贝字符串到文本等。

1. 定义文本 (L1)

1) 功能说明：

定义一个文本，需要规定文本编号以及尺寸。

2) 调用方法：G100 P223 L1 T_ S_

3) 输入变量：

T P223 功能文本编号。

S P223 功能文本尺寸。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例 定义编号为 1 尺寸为 10000 的文本。

G100 P223 L1 T1 S10000

2. 删除文本 (L2)

1) 功能说明：

将指定编号的文本删除，删除后此文本不存在，如果要添加或拷贝字符到此文本需重新定义。

2) 调用方法：G100 P223 L2 T_

3) 输入变量：T P223 功能已定义文本编号。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：删除编号为 1 的文本。

G100 P223 L2 T1

3. 清空文本内容 (L3)

1) 功能说明：清空指定编号的文本内容，清空内容后此文本还存在，可以继续添加或拷贝字符到文本，不需重新定义。

2) 调用方法：G100 P223 L3 T_

3) 输入变量：T P223 功能已定义文本编号。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：清空文本编号为 1 的文本内容。

G100 P223 L3 T1

4. 添加字符到文本 (L4)

1) 功能说明：添加字符到指定编号的文本头部或尾部，不会替换文本原有的内容。

2) 调用方法：G100 P223 L4 T_ H_ (date)

3) 输入变量：

T P223 功能已定义文本编号。

H 是否添加至文本头部，0:添加至文本尾部，1:添加至文本头部，忽略则默认 0。

(date) 要添加到文本的字符，以及其格式控制 (具体格式说明见 P221 L20)。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：添加字符 "-----" 到编号为 1 的文本，添加到文本尾部。

G100 P223 L4 T1 (-----) 或

G100 P223 L4 T1 H0 (-----)

5. 拷贝字符串到文本 (L5)

1) 功能说明：拷贝字符串到指定编号的文本，此功能替换文本原有的内容。

2) 调用方法：G100 P223 L5 T_ (date)

3) 输入变量：T P223 功能已定义文本编号。

(date) 要拷贝到文本的字符，以及其格式控制 (具体格式说明见 P221 L20)。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：拷贝字符 "*****" 到编号为 1 的文本。

G100 P223 L5 T1 (*****)

6. 连接指定文本的字符串到目标文本 (L6)

1) 功能说明：

将指定文本编号的字符串添加到已定义目标文本的头部或尾部，不会替换文本原有的内容。

2) 调用方法：G100 P223 L6 T_ F_ H_

3) 输入变量：

T P223 功能已定义文本编号。

F 指定文本编号

H 是否添加至文本头部，忽略则默认 0。0:添加至文本尾部，1:添加至文本头部。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：链接文本编号为 1 的字符串到已定义的编号为 1 的文本。

G100 P223 L6 T1 F1 或 G100 P223 L6 T1 F1 H0

7. 拷贝指定文本的字符串到目标文本 (L7)

1) 功能说明：

将指定文本编号的字符串拷贝到指定编号的文本，此功能替换文本原有的内容。

2) 调用方法：G100 P223 L7 T_ F_

3) 输入变量：

T P223 功能已定义文本编号。

F 指定文本编号

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：拷贝文本编号为 1 的字符串到已定义的编号为 1 的文本。

G100 P223 L7 T1 F1

8. 查询文本状态 (L10)

1) 功能说明：查询指定编号的文本状态，并输出文本是否有效以及有效文本的字符串长度。

2) 调用方法：G100 P223 L10 T_

3) 输入变量：T 文本编号。

4) 输出变量：

#260 文本有效标志 0:未定义,无效 ;1:已定义,有效

#261 文本字符串长度，未定义文本始终输出 0

5) 程序示例：查询文本编号为 1 的文本状态，并将输出结果赋值给#10、#11。

G100 P223 L10 T1

#10 = #260

#11 = #261

五、 CSV 表格管理 (P224)

本功能提供对 CSV 表格的管理，支持最大 CSV 表格个数为 4，一个 CSV 表格支持最大表格单元个数为 10000。通过以下几个子功能实现 CSV 表格的定义、删除、输入、输出、格式定义等功能。

1. 定义 CSV 表格 (L1)

1) 功能说明：定义一个 CSV 表格，需要规定表格编号、行数和列数。

2) 调用方法：G100 P224 L1 T_ U_ V_

3) 输入变量：

T CSV 表格编号，范围为 1~4。

U CSV 表格行数，范围为 1~10000。

V CSV 表格列数，范围为 1~10000。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：定义编号为 1，行数为 5，列数为 3 的 CSV 表格。

G100 P224 L1 T1 U5 V3

2. 删除 CSV 表格 (L2)

1) 功能说明：

将指定编号的 CSV 表格删除，删除后此表格不存在，如果设置字符串数据到此表格需重新定义。

2) 调用方法：G100 P224 L2 T_

3) 输入变量：T CSV 表格编号 范围为 1~4。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：删除已定义编号为 1 的 CSV 表格。

G100 P224 L2 T1

3. 清空 CSV 表格指定范围的单元 (L3)

1) 功能说明：

清空指定编号 CSV 表格指定范围的单元，清空内容后此表格单元还存在，可以继续设置字符串数据到表格单元。

2) 调用方法：G100 P224 L3 T_ R_ C_ U_ V_

3) 输入变量：

T CSV 表格编号，范围为 1~4。

R 指定范围起始单元的行号，范围为 1~指定表格的行数。

C 指定范围起始单元的列号，范围为 1~指定表格的列数。

U 指定范围终止单元的行号，范围为 1~指定表格的行数，忽略默认等于 R 参数，-1 表示为最末行。

V 指定范围终止单元的列号，范围为 1~指定表格的列数，忽略默认等于 C 参数，-1 表示为最末列。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：

清空已定义编号为 1 的 CSV 表格中第四行到最末行，第二列到最末列的单元。

G100 P224 L3 T1 R4 C2 U-1 V-1

4. 设置字符串数据到指定 CSV 表格单元 (L4)

1) 功能说明：设置文本字符串到指定编号的 CSV 表格的指定单元中。

2) 调用方法：G100 P224 L4 T_ R_ C_ (...)

3) 输入变量：

T CSV 表格编号，范围为 1 ~ 4。
R 单元行号，范围为 1 ~ 指定表格的行数。
C 单元列号，范围为 1~ 指定表格的列数。
(...)可带格式转换的文本字符串。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：

定义编号为 1，行数为 5，列数为 3 的 CSV 表格，且第二行的第二列设置字符串数据 21.3560。

G100 P224 L1 T1 U5 V3; 定义 CSV 表格

G100 P224 L4 T1 R2 C2 (<FMT:.4F,21.356>)

5. 输入数值转为字符串数据并设置到指定 CSV 表格单元 (L5)

格单元 (L5)

1) 功能说明：将输入数值转为字符串数据并设置到指定编号的 CSV 表格的指定单元中。

2) 调用方法：G100 P224 L5 T_R_C_D_E_

3) 输入变量：

T CSV 表格编号，范围为 1 ~ 4。

R 单元行号，范围为 1 ~ 指定表格的行数。

C 单元列号，范围为 1~ 指定表格的列数。

D 设置的数值

E 保留的小数位数，范围为[1 ~ 10]，忽略默认为保留 4 位小数

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：定义编号为 1，行数为 5，列数为 3 的 CSV 表格，且第二行的第三列输入数据 21.3560，并保留 2 位小数。

G100 P224 L1 T1 U5 V3; 定义 CSV 表格

G100 P224 L5 T1 R2 C3 D21.3560 E2

6. 获取指定 CSV 表格单元字符串数据并转为数值

输出 (L6)

1) 功能说明：从指定编号的 CSV 表格的指定单元中获取字符串数据并转为数值输出。

2) 调用方法：G100 P224 L6 T_R_C_

#_ = #280

3) 输入变量：

T CSV 表格编号，范围为 1 ~ 4。

R 单元行号，范围为 1 ~ 指定表格的行数。

C 单元列号，范围为 1~ 指定表格的列数。

4) 输出变量：#280 获取的数值。

5) 程序示例：获取编号为 1，行数为 5，列数为 3 的 CSV 表格中第二行第三列的数据，并将获取的值赋给变量#13。

G100 P224 L6 T1 R2 C3

#13 = #280

7. 加载 CSV 文件数据到 CSV 表格 (L8)

1) 功能说明：加载指定路径名称的 CSV 文件到已定义的 CSV 表格。

2) 调用方法：G100 P224 L8 T_ (...)

3) 输入变量：

T CSV 表格编号，范围为 1 ~ 4。

(...) CSV 文件路径名称。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：

定义编号为 1，行数为 5，列数为 3 的 CSV 表格，并将路径名称为“F:\EN3D_WORK\量测值.CSV”的 CSV 文件加载到编号为 1 的 CSV 表格。

G100 P224 L1 T1 U5 V3; 定义 CSV 表格

G100 P224 L8 T1 (F:\EN3D_WORK\量测值.CSV)

8. 保存 CSV 表格数据到 CSV 文件 (L9)

1) 功能说明：将指定编号的 CSV 表格中的数据保存到指定路径名称的 CSV 文件。

2) 调用方法：G100 P224 L9 T_ (...)

3) 输入变量：

T CSV 表格编号，范围为 1 ~ 4。

(...)CSV 文件路径名称。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：将编号为 1 CSV 表格数据保存到路径名称为“F:\EN3D_WORK\量测值.CSV”的 CSV。

G100 P224 L9 T1 (F:\EN3D_WORK\量测值.CSV)

六、程序操作 (P229)

读取单个子程序的 NC 文件到任务的子程序列表 (L1)

1) 功能说明：

读取单个子程序的 NC 文件到任务的子程序列表，需输入要读入 NC 文件的文件路径名称以及程序号。

2) 调用方法：G100 P229 L1 T_ (...)

#_ = #260
#_ = #261
#_ = #262

3) 输入变量：

T 目标子程序的程序号，范围为 1 ~ 6999。
(...) NC 文件路径名称。

4) 输出变量：

#260 功能运行结果错误返回码，0:成功，1:文件打开失败。

#261 NC 文件的修改日期，年月日(例如 20130118)。

#262 NC 文件的修改时刻，时分秒(例如 213456)。

5) 程序示例：

读取路径名称为“F:\EN3D_WORK\O10.NC”，程序号为 10 的 nc 文件到任务子程序列表。并将输出变量#260、#261、#262 的值分别赋给#20、#21、#22。

G100 P229 L1 T10 (F:\EN3D_WORK\O10.NC)

#20 = #260

#21 = #261

#22 = #262

七、系统参数交互 (P231)

1. 设置转台式旋转轴线位置参数 (L200)

1) 功能说明：

设置转台式旋转轴线位置参数，此参数查看方法：系统>参数>A2.位置>位置，如图 5-8 所示

AF3. A轴Y:	100.0000	A轴Z:	-200.000
AF4. B轴X:	0.0000	B轴Z:	0.0000
AF5. C轴X:	100.0000	C轴Y:	100.0000

图 5-8 设置转台式旋转轴线位置参数

2) 调用方法：

G100 P231 L200 A_ B_ C_ D_ E_ F_

3) 输入变量：

A_ A 轴 Y 值，空时表示不设置
B_ A 轴 Z 值，空时表示不设置
C_ B 轴 X 值，空时表示不设置
D_ B 轴 Z 值，空时表示不设置
E_ C 轴 X 值，空时表示不设置

F_ C 轴 Y 值，空时表示不设置

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：设置 AC 轴转台参数。

G100 P231 L200 A100 B-200 E100 F100

2. 获取转台式旋转轴线位置参数 (L201)

1) 功能说明：获取转台式旋转轴线位置参数。

2) 调用方法：G100 P231 L201

3) 输入变量：无需输入。

4) 输出变量：

#211 A 轴 Y 值

#212 A 轴 Z 值

#213 B 轴 X 值

#214 B 轴 Z 值

#215 C 轴 X 值

#216 C 轴 Y 值

5) 程序示例：获取 AC 轴转台参数。

G100 P231 L201

#11 = #211 A 轴 Y 值

#12 = #212 A 轴 Z 值

#15 = #215 C 轴 X 值

#16 = #216 C 轴 Y 值

3. 设置原点位置偏置参数 (L315)

1) 功能说明：

设置原点位置偏置参数，此参数查看方法：系统>参数>A3.运动>原点，如图 5-9 所示。

X:	0.0000	A:	0.0000
Y:	0.0000	B:	0.0000
Z:	0.0000	C:	0.0000

图 5-9 设置原点位置偏置参数

2) 调用方法：

G100 P231 L315 X_ Y_ Z_ A_ B_ C_

3) 输入变量：

X_ X 值，空时表示不设置

Y_ Y 值，空时表示不设置

Z_ Z 值，空时表示不设置

A_ A 值，空时表示不设置

B_ B 值，空时表示不设置

C_ C 值，空时表示不设置

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：设置 B 轴原点偏置为 15。

G100 P231 L315 B15

4. 获取原点位置偏置参数 (L316)

- 1) 功能说明：获取原点位置偏置参数。
- 2) 调用方法：G100 P231 L316
- 3) 输入变量：无需输入。
- 4) 输出变量：

#211 X 值
#212 Y 值
#213 Z 值
#214 A 值
#215 B 值
#216 C 值

- 5) 程序示例：获取 B 轴原点偏置。

G100 P231 L316
#15 = #215 B 值

5. 加载雷尼绍激光干涉仪测量数据文件并更新

螺距补偿参数 (L210)

- =1) 功能说明：

加载雷尼绍激光干涉仪测量数据文件并更新螺距补偿参数。此参数查看方法：系统>参数>A2.位置>螺距补偿>AF4.编辑，如图 5-10 所示。



图 5-10 加载雷尼绍激光干涉仪测量数据文件并更新螺距补偿参数

第二节 测量补偿

一、测量数据管理 (P150)

本功能提供对测量结果数据进行管理，可以为测量补偿变换和测量数据计算提供测量数据输入，其支持的数据点个数范围为 1—2000。此功能包括以下几个子功能：

- 2) 调用方法：

G100 P231 L210 A_ B_ R_ E_ W_ (...)

- 3) 输入变量：

A_ 测量补偿轴。0:X 轴，1:Y 轴，2:Z 轴，3:A 轴，4:B 轴，5:C 轴

B_ 测量数据类型。0:定位数据，1:定位和重复定位综合数据

R_ 是否数据反向。0:否，1:是

E_ 是否英文数据。0:否，1:是

W_ 文本编号指定的测量数据文件路径名称，优先使用，空时使用文本注释

(...) 文本注释指定的测量数据文件路径名称，W 参数非空时将被忽略

- 4) 输出变量：没有输出。

- 5) 程序示例：加载 X 轴测量数据文件并更新。

G100P231L210 A0 B0 R0 E0 (D:\Profile.ren)

6. 设置指定轴螺距补偿参数 (L215)

- 1) 功能说明：

设置指定轴螺距补偿参数。此参数查看方法：系统>参数>A2.位置>螺距补偿，如图 5-11 所示。



图 5-11 测量数据管理

- 2) 调用方法：G100 P231 L215 A_ C_ E_

- 3) 输入变量：

A_补偿轴。0:X 轴，1:Y 轴，2:Z 轴，3:A 轴，4:B 轴，5:C 轴

C_是否循环补偿。0:否，1:是，空时表示不设置

E_是否补偿允许。0:否，1:是，空时表示不设置

- 4) 输出变量：没有输出。

- 5) 程序示例：设置 X 轴螺距补偿参数。

G100P321L215A0

2) 调用方法：G100P150L10

3) 输入变量：无需输入。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：清除所有数据。

G100P150L10

2. 清除指定编号数据 (L11)

1) 功能说明：清除指定编号的数据。

2) 调用方法：G100P150L11 Q_

3) 输入变量：Q 清除数据的编号。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：清除 56 号数据。

G100P150L11 Q56

3. 清除指定编号范围数据 (L12)

1) 功能说明：清除指定编号范围内的测量数据。

2) 调用方法：G100P150L12 F_ T_

3) 输入变量：

F 清除数据的起始编号。

T 清除数据的结束编号。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：清除 100 至 120 号数据。

G100P150L12 F100 T120

4. 更新指定编号数据 (L25)

1) 功能说明：

更新指定编号的数据，不可重复更新，如果确定已更新数据不再使用，需先清除再更新，否则会报错。其中更新的数据维数可以是二维、三维和四维。

2) 调用方法：

G100P150L25 Q_ X_ Y_

G100P150L25 Q_ X_ Y_ Z_

G100P150L25 Q_ X_ Y_ Z_ U_

3) 输入变量：

Q 更新数据的编号。

X 更新数据 X 值。

Y 更新数据 Y 值。

Z 更新数据 Z 值。

U 更新数据 U 值。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：将坐标值 X123Y45Z-5U0.5 更新到 56 号数据。

G100P150L25 Q56 X123 Y45 Z-5 U0.5

5. 连续更新数据 (L20 L22 L21)

1) 功能说明：

连续更新从指定编号开始的测量数据，每更新一个编号自动增 1，直至结束连续更新，期间数据不可重复更新，如果期间有数据已经更新，并确定其不再使用，需先清除再更新，否则会报错。其中更新的数据维数可以是二维、三维和四维。

2) 调用方法：

G100P150L20 S_；开始连续更新数据

G100P150L22 X_ Y_ (Z_)(U_)；更新一个数据

G100P150L22 X_ Y_ (Z_)(U_)；更新一个数据

G100P150L22 X_ Y_ (Z_)(U_)；更新一个数据

.....

G100P150L21；结束连续更新数据

3) 输入变量：

S 连续更新数据的开始编号。

X 更新数据 X 值。

Y 更新数据 Y 值。

Z 更新数据 Z 值。

U 更新数据 U 值。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：

连续更新 56 至 58 号数据。

G100P150L20 S56；开始连续更新数据

G100P150L22 X123.0 Y45.0 Z-5.0 U0.5；更新 56 号数据 X123.0Y45.0Z-5.0U0.5

G100P150L22 X123.0 Y-45.0 Z-5.0 U0.3；更新 57 号数据 X123.0Y-45.0Z-5.0U0.3

G100P150L22 X65.0 Y-30.0 Z-5.0 U0.2；更新 58 号数据 X65.0Y-30.0Z-5.0U0.2

G100P150L21；结束连续更新数据

6. 获取指定编号数据 (L35)

1) 功能说明：获取指定编号的数据。

2) 调用方法：G100P150L35 Q_

#_ = #281；使用获取的结果数据 X 值

#_ = #282；使用获取的结果数据 Y 值

#_ = #283；使用获取的结果数据 Z 值

- 3) 输入变量：Q 获取数据的编号。
- 4) 输出变量：
 #281 获取的结果数据 X 值
 #282 获取的结果数据 Y 值
 #283 获取的结果数据 Z 值
- 5) 程序示例：获取 56 号数据，并分别赋给#1，#2，#3。
- ```

G100P150L35 Q56
#1 = #281
#2 = #282
#3 = #283

```

## 7. 连续获取数据 ( L30 L32 L31 )

- 1) 功能说明：  
 连续获取从指定编号开始的数据，每获取一个编号自动增 1，直至结束连续获取。

- 2) 调用方法：
- ```

G100P150L30 S_； 开始连续获取测量数据
G100P150L32； 获取一个数据
#_ = #281； 使用获取的结果数据 X 值
#_ = #282； 使用获取的结果数据 Y 值
#_ = #283； 使用获取的结果数据 Z 值
G100P150L32；获取一个数据
#_ = #281； 使用获取的结果数据 X 值
#_ = #282；使用获取的结果数据 Y 值
#_ = #283； 使用获取的结果数据 Z 值
G100P150L32；获取一个数据
#_ = #281； 使用获取的结果数据 X 值
#_ = #282； 使用获取的结果数据 Y 值
#_ = #283； 使用获取的结果数据 Z 值
.....
G100P150L31； 结束连续获取数据
  
```

- 3) 输入变量：
 S 连续获取数据的开始编号。
- 4) 输出变量：
 #281 获取的结果数据 X 值
 #282 获取的结果数据 Y 值
 #283 获取的结果数据 Z 值
- 5) 程序示例：连续获取 56 至 58 号数据，按顺序赋给#1 至#9。

```

G100P150L30 S56； 开始连续获取数据
G100P150L32； 获取 56 号数据
#1 = #281
  
```

```

#2 = #282
#3 = #283
G100P150L32； 获取 57 号数据
#4 = #281
#5 = #282
#6 = #283
G100P150L32； 获取 58 号数据
#7 = #281
#8 = #282
#9 = #283
G100P150L31； 结束连续获取数据
  
```

二、测量数据计算 (P151)

本功能提供对测量结果数据进行计算，其中单边点串支持的点个数范围为 1—128。此功能包括以下几个子功能：

1. 中点平均值法求矩形中心、尺寸 (认为转角为零) (L10)

- 1) 功能说明：
 功能含义：使用矩形四侧壁测量数据计算矩形中心、尺寸，不考虑工件有旋转角情况。

使用测量点数据：矩形左壁、右壁、上壁、下壁数据点分别至少 1 个。

计算方法：由于不考虑工件有旋转角情况，将左壁点数据的 X 值取平均得到 XL，右壁点数据的 X 值取平均得到 XR，工件中心坐标 $XC = (XL + XR) / 2$ 。将上壁点数据的 Y 值取平均得到 YT，下壁点数据的 Y 值取平均得到 YB，工件中心坐标 $YC = (YT + YB) / 2$ 。工件尺寸 $DX = XR - XL$ ， $DY = YT - YB$ 。

- 2) 调用方法：
- ```

G100P151L10 E_F_I_J_R_S_U_V_
#_ = #281； 使用计算结果中心 X
#_ = #282； 使用计算结果中心 Y
#_ = #287； 使用计算结果尺寸 X
#_ = #288； 使用计算结果尺寸 Y

```
- 3) 输入变量：  
 E 矩形左边测量点列开始变量号  
 F 矩形左边测量点列结束变量号  
 I 矩形右边测量点列开始变量号  
 J 矩形右边测量点列结束变量号

R 矩形上边测量点列开始变量号  
 S 矩形上边测量点列结束变量号  
 U 矩形下边测量点列开始变量号  
 V 矩形下边测量点列结束变量号

4) 输出变量：

#281 记录计算结果中心 X  
 #282 记录计算结果中心 Y  
 #287 记录计算结果尺寸 X  
 #288 记录计算结果尺寸 Y

5) 程序示例：

10 点侧壁测量数据计算工件中心和尺寸，计算得到结果分别赋给#1 至#4。

矩形左边测量点列变量号 101—102  
 矩形右边测量点列变量号 106—107  
 矩形上边测量点列变量号 103—105  
 矩形下边测量点列变量号 108—110  
 G100P151L10 E101F102 I106J107 R103S105  
 U108V110

#1 = #281; 使用计算结果中心 X  
 #2 = #282; 使用计算结果中心 Y  
 #3 = #287; 使用计算结果尺寸 X  
 #4 = #288; 使用计算结果尺寸 Y

## 2. 中点平均值法求矩形中心、转角、尺寸 (L11)

1) 功能说明：

功能含义：使用矩形四侧壁测量数据计算矩形中心、转角和尺寸。

使用测量点数据：矩形左壁、右壁、上壁、下壁数据点分别至少 1 个。

计算方法：先计算转角，将所有测量点根据所求转角反向转正，左壁点数据的 X 值取平均得到 XL，右壁点数据的 X 值取平均得到 XR，上壁点数据的 Y 值取平均得到 YT，下壁点数据的 Y 值取平均得到 YB，工件中心坐标  $XC=(XL+XR)/2$ ， $YC=(YT+YB)/2$ 。工件尺寸  $DX=XR-XL$ ， $DY=YT-YB$ 。最后将中心 XC、YC 根据所求转角回转即为工件实际的中心。

2) 调用方法：

G100P151L11 E\_F\_I\_J\_R\_S\_U\_V\_Q\_

#\_ = #281; 使用计算结果中心 X  
 #\_ = #282; 使用计算结果中心 Y  
 #\_ = #284; 使用计算结果角度  
 #\_ = #287; 使用计算结果尺寸 X

#\_ = #288; 使用计算结果尺寸 Y

3) 输入变量：

E 矩形左边测量点列开始变量号  
 F 矩形左边测量点列结束变量号  
 I 矩形右边测量点列开始变量号  
 J 矩形右边测量点列结束变量号  
 R 矩形上边测量点列开始变量号  
 S 矩形上边测量点列结束变量号  
 U 矩形下边测量点列开始变量号  
 V 矩形下边测量点列结束变量号  
 Q 转角计算使用的矩形边，1:左壁，2:右壁，3:上壁，4:下壁，5:左壁和右壁组合，6:上壁和下壁组合

4) 输出变量：

#281 记录计算结果中心 X  
 #282 记录计算结果中心 Y  
 #284 记录计算结果角度，输入变量 Q 为 3,4,6 时是相对 X 轴转角，Q 为 1,2,5 时是相对 Y 轴转角，方向均为逆时针正，顺时针负，范围均为  $[-90^\circ, 90^\circ]$   
 #287 记录计算结果尺寸 X  
 #288 记录计算结果尺寸 Y

5) 程序示例：

10 点侧壁测量数据计算工件中心、转角和尺寸，计算得到结果分别赋给#1 至#5。

矩形左边测量点列变量号 101—102  
 矩形右边测量点列变量号 106—107  
 矩形上边测量点列变量号 103—105  
 矩形下边测量点列变量号 108—110  
 使用下壁计算转角

G100P151L11 E101F102 I106J107 R103S105  
 U108V110 Q4  
 #1 = #281; 使用计算结果中心 X  
 #2 = #282; 使用计算结果中心 Y  
 #3 = #284; 使用计算结果角度  
 #4 = #287; 使用计算结果尺寸 X  
 #5 = #288; 使用计算结果尺寸 Y

## 3. 构四边形法求矩形中心、转角、尺寸 (L12)

1) 功能说明：

功能含义：使用矩形四侧壁测量数据构造四边形从而计算矩形中心、转角和尺寸。

使用测量点数据：矩形左壁、右壁、上壁、下壁数据点分别至少 1 个。

计算方法：将所有左壁点 XY 使用最小二乘法拟合成一条左壁直线，所有右壁点 XY 使用最小二乘法拟合成一条右壁直线，同理拟合出上壁直线和下壁直线，求出四条直线的四个交点可获得实际测量的四边形，在四边形的四条边上分别取中点，左边的中点与右边的中点连成线段 1，上边的中点和下边的中点连成线段 2，将线段 1 和线段 2 的交点作为工件中心坐标 XC 和 YC。

2) 调用方法：

G100P151L12 E\_F\_I\_J\_R\_S\_U\_V\_Q\_

#\_ = #281; 使用计算结果中心 X  
#\_ = #282; 使用计算结果中心 Y  
#\_ = #284; 使用计算结果角度  
#\_ = #287; 使用计算结果尺寸 X  
#\_ = #288; 使用计算结果尺寸 Y

3) 输入变量：

E 矩形左边测量点列开始变量号  
F 矩形左边测量点列结束变量号  
I 矩形右边测量点列开始变量号  
J 矩形右边测量点列结束变量号  
R 矩形上边测量点列开始变量号  
S 矩形上边测量点列结束变量号  
U 矩形下边测量点列开始变量号  
V 矩形下边测量点列结束变量号  
Q 转角计算使用的矩形边, 1:左壁, 2:右壁, 3:上壁, 4:下壁, 5:左壁和右壁组合, 6:上壁和下壁组合

4) 输出变量：

#281 记录计算结果中心 X  
#282 记录计算结果中心 Y  
#284 记录计算结果角度，输入变量 Q 为 3,4,6 时是相对 X 轴转角，Q 为 1,2,5 时是相对 Y 轴转角，方向均为逆时针正，顺时针负，范围均为 [-90°,90°]  
#287 记录计算结果尺寸 X  
#288 记录计算结果尺寸 Y

5) 程序示例：

10 点侧壁测量数据计算工件中心、转角和尺寸，计算得到结果分别赋给#1 至#5。

矩形左边测量点列变量号 101—102

矩形右边测量点列变量号 106—107

矩形上边测量点列变量号 103—105

矩形下边测量点列变量号 108—110

使用下壁计算转角

G100P151L12 E101F102 I106J107 R103S105 U108V110 Q4

#1 = #281; 使用计算结果中心 X  
#2 = #282; 使用计算结果中心 Y  
#3 = #284; 使用计算结果角度  
#4 = #287; 使用计算结果尺寸 X  
#5 = #288; 使用计算结果尺寸 Y

#### 4. 平面三点求圆心 (L15)

1) 功能说明：

输入平面内不共线的三个点求圆，并输出圆心坐标。在用测量得到的数据点找圆心时，三个测量点分布要尽量在圆周平均分配以避免求的圆心可能会偏离较远的情况。

2) 调用方法：

G100 P151 L15 A\_ B\_ C\_

#\_ = #281; 计算结果圆心 X 值  
#\_ = #282; 计算结果圆心 Y 值

3) 输入变量：

A 平面测量点 1 变量号。  
B 平面测量点 2 变量号。  
C 平面测量点 3 变量号。

4) 输出变量：

#281 计算结果圆心 X 值。  
#282 计算结果圆心 Y 值。

5) 程序示例：

三点测量数据求圆心，并将输出结果赋值给 #1 和#2。

测量点变量号分别为 101,102,103。

G100 P151 L15 A101 B102 C103

#1 = #281  
#2 = #282

#### 5. 最小二乘法点串拟合直线求转角 (L51)

1) 功能说明：

使用测量数据点（点数大于等于 2）利用最小二乘法拟合直线计算其相对基准直线的偏转角度，逆时针为正，顺时针为负，计算结果角度范围为[-90°,90°]。

2) 调用方法：

G100P151L51 U\_V\_H\_

#\_ = #284; 使用计算结果角度

3) 输入变量 :

U 测量点列开始变量号

V 测量点列结束变量号

H 基准直线角度, 相对 X 轴偏转角度, 范围为 [-90°,90°]

4) 输出变量 :

#284 记录计算结果角度

5) 程序示例 :

5 点测量数据拟合直线计算偏转角度。

测量点列变量号 101 至 105 ,基准直线角度为 10 度。

G100P151L51 U101V105 H10

#1 = #284; 使用计算结果角度

## 6. 平面内计算两初始点匹配至两目标点的偏转和偏移 (L52)

1) 功能说明 :

输入平面内两个初始点 (理论点) 与两个目标点 (实际测量得到的点) 进行匹配, 计算偏转角度和偏移量。

2) 调用方法 :

G100 P151 L52 A\_ B\_ C\_ D\_ Q\_ R\_ S\_ T\_ I\_ J\_

#\_ = #281; 使用计算结果偏移 X 值

#\_ = #282; 使用计算结果偏移 Y 值

#\_ = #284; 使用计算结果偏转角度

3) 输入变量 :

A: 初始点 1 坐标 X

B: 初始点 1 坐标 Y

C: 初始点 2 坐标 X

D: 初始点 2 坐标 Y

Q: 目标点 1 坐标 X

R: 目标点 1 坐标 Y

S: 目标点 2 坐标 X

T: 目标点 2 坐标 Y

I: 旋转基点坐标 X, 忽略则默认 0.0

J: 旋转基点坐标 Y, 忽略则默认 0.0

4) 输出变量 :

#281 计算结果偏移 X 值

#282 计算结果偏移 Y 值

#284 计算结果偏转角度

5) 程序示例 :

CCD 识别平面内两个标记点, 将理论点与实际测量点进行匹配计算偏转角度和偏移量。其两个点的理论坐标值存入变量#11~#14 中, 实测坐标值存入变量#31~#34 中, 偏转角度的旋转基点为 (0.0, 0.0), 计算所得偏移值 X、Y 和偏转角度分别赋给#41、#42、#43。

#11 = 0.0000; 第一个标记点理论位置 X

#12 = 0.0000; 第一个标记点理论位置 Y

#13 = 38.0000; 第二个标记点理论位置 X

#14 = 0.0000; 第二个标记点理论位置 Y

#31 = 0.01; 第一个标记点实测位置 X

#32 = -0.005; 第一个标记点实测位置 Y

#33 = 37.09; 第二个标记点实测位置 X

#34 = 0.008; 第二个标记点实测位置 Y

G100 P151 L52 A#11B#12 C#13D#14  
Q#31R#32 S#33T#34 或

G100 P151 L52 A#11B#12 C#13D#14  
Q#31R#32 S#33T#34 I0.0 J0.0

#41 = #281; 使用计算结果偏移 X 值

#42 = #282; 使用计算结果偏移 Y 值

#43 = #284; 使用计算结果角度

## 7. 平面内计算三初始点匹配至三目标点的偏转和偏移 (L53)

1) 功能说明 : 输入平面内三个初始点 (理论点) 与三个目标点 (实际测量得到的点) 进行匹配, 计算偏转角度和偏移量。

2) 调用方法 :

G100 P151 L53 A\_ B\_ C\_ D\_ E\_ F\_ Q\_ R\_ S\_ T\_ U\_ V\_ I\_ J\_

#\_ = #281; 使用计算结果偏移 X 值

#\_ = #282; 使用计算结果偏移 Y 值

#\_ = #284; 使用计算结果偏转角度

3) 输入变量 :

A: 初始点 1 坐标 X

B: 初始点 1 坐标 Y

C: 初始点 2 坐标 X

D: 初始点 2 坐标 Y

E: 初始点 3 坐标 X

F: 初始点 3 坐标 Y

Q: 目标点 1 坐标 X

R: 目标点 1 坐标 Y  
 S: 目标点 2 坐标 X  
 T: 目标点 2 坐标 Y  
 U: 目标点 3 坐标 X  
 V: 目标点 3 坐标 Y  
 I: 旋转基点坐标 X, 忽略则默认 0.0  
 J: 旋转基点坐标 Y, 忽略则默认 0.0

4) 输出变量 :

#281 计算结果偏移 X 值  
 #282 计算结果偏移 Y 值  
 #284 计算结果偏转角度

5) 程序示例 :

CCD 识别平面内三个标记点, 将理论点与实际测量点进行匹配计算偏转角度和偏移量。其三个点的理论坐标值存入变量#11~#16 中, 实测坐标值存入变量#31~#36 中, 偏转角度的旋转基点为 (0.0, 0.0), 计算所得偏移值 X、Y 和偏转角度分别赋给#41、#42、#43。

```

#11 = 0.0000; 第一个标记点理论位置 X
#12 = 0.0000; 第一个标记点理论位置 Y
#13 = 38.0000; 第二个标记点理论位置 X
#14 = 0.0000; 第二个标记点理论位置 Y
#15 = 38.0000; 第三个标记点理论位置 X
#16 = 56.0000; 第三个标记点理论位置 Y
#31 = 0.01; 第一个标记点实测位置 X
#32 = -0.005; 第一个标记点实测位置 Y
#33 = 37.09; 第二个标记点实测位置 X
#34 = 0.008; 第二个标记点实测位置 Y
#35 = 38.003; 第三个标记点实测位置 X
#36 = 55.08; 第三个标记点实测位置 Y
G100 P151 L53 A#11B#12 C#13D#14
E#15F#16 Q#31R#32 S#33T#34 U#35V#36
或
G100 P151 L53 A#11B#12 C#13D#14
E#15F#16 Q#31R#32 S#33T#34 U#35V#36
I0.0 J0.0
#41 = #281; 使用计算结果偏移 X 值
#42 = #282; 使用计算结果偏移 Y 值
#43 = #284; 使用计算结果角度

```

**8. 平面内计算四初始点匹配至四目标点的偏转和偏移 (L54)**

1) 功能说明 : 输入平面内四个初始点 (理论点) 与四个目标点 (实际测量得到的点) 进行匹配, 计算偏转角度和偏移量。

2) 调用方法 :

```

G100 P151 L54 A_B_ C_D_ E_F_ H_M_ Q_R_
S_T_ U_V_ X_Y_ I_ J_
#_ = #281; 使用计算结果偏移 X 值
#_ = #282; 使用计算结果偏移 Y 值
#_ = #284; 使用计算结果偏转角度

```

3) 输入变量 :

A: 初始点 1 坐标 X  
 B: 初始点 1 坐标 Y  
 C: 初始点 2 坐标 X  
 D: 初始点 2 坐标 Y  
 E: 初始点 3 坐标 X  
 F: 初始点 3 坐标 Y  
 H: 初始点 4 坐标 X  
 M: 初始点 4 坐标 Y  
 Q: 目标点 1 坐标 X  
 R: 目标点 1 坐标 Y  
 S: 目标点 2 坐标 X  
 T: 目标点 2 坐标 Y  
 U: 目标点 3 坐标 X  
 V: 目标点 3 坐标 Y  
 X: 目标点 4 坐标 X  
 Y: 目标点 4 坐标 Y  
 I: 旋转基点坐标 X, 忽略则默认 0.0  
 J: 旋转基点坐标 Y, 忽略则默认 0.0

4) 输出变量 :

#281 计算结果偏移 X 值  
 #282 计算结果偏移 Y 值  
 #284 计算结果偏转角度

5) 程序示例 :

CCD 识别平面内四个标记点, 将理论点与实际测量点进行匹配计算偏转角度和偏移量。其四个点的理论坐标值存入变量#11~#18 中, 实测坐标值存入变量#31~#38 中, 偏转角度的旋转基点为 (0.0, 0.0), 计算所得偏移值 X、Y 和偏转角度分别赋给#41、#42、#43。

```

#11 = 0.0000; 第一个标记点理论位置 X
#12 = 0.0000; 第一个标记点理论位置 Y
#13 = 38.0000; 第二个标记点理论位置 X

```

#14 = 0.0000; 第二个标记点理论位置 Y  
 #15 = 38.0000; 第三个标记点理论位置 X  
 #16 = 56.0000; 第三个标记点理论位置 Y  
 #17 = 0.0000; 第四个标记点理论位置 X  
 #18 = 56.0000; 第四个标记点理论位置 Y  
 #31 = 0.01; 第一个标记点实测位置 X  
 #32 = -0.005; 第一个标记点实测位置 Y  
 #33 = 37.09; 第二个标记点实测位置 X  
 #34 = 0.008; 第二个标记点实测位置 Y  
 #35 = 38.003; 第三个标记点实测位置 X  
 #36 = 55.08; 第三个标记点实测位置 Y  
 #37 = -0.07; 第四个标记点实测位置 X  
 #38 = 56.008; 第四个标记点实测位置 Y  
 G100 P151 L54 A#11B#12 C#13D#14  
 E#15F#16 H#17M#18 Q#31R#32 S#33T#34  
 U#35V#36 X#37Y#38 或  
 G100 P151 L54 A#11B#12 C#13D#14  
 E#15F#16 H#17M#18 Q#31R#32 S#33T#34  
 U#35V#36 X#37Y#38 I0.0 J0.0  
 #41 = #281; 使用计算结果偏移 X 值  
 #42 = #282; 使用计算结果偏移 Y 值  
 #43 = #284; 使用计算结果角度

### 9. 最小二乘法点串拟合圆 (L60)

- 1) 功能说明：  
使用测量数据点（点数大于等于 3）利用最小二乘法拟合 2D 圆，并输出圆心坐标和半径。
- 2) 调用方法：G100 P151 L60 U\_ V\_ T\_  
 #\_ = #281; 圆心 X  
 #\_ = #282; 圆心 Y  
 #\_ = #284; 圆半径
- 3) 输入变量：  
 U 测量点列开始变量号  
 V 测量点列结束变量号  
 T 圆拟合精度,如果测量到拟合圆弧的最大距离大于 T 值，则拟合会失败
- 4) 输出变量：  
 #281 圆心 X  
 #282 圆心 Y  
 #284 圆半径
- 5) 程序示例：5 点测量数据拟合圆，精度为 0.1。  
 G100 P151 L60 U101 V105 T0.1000  
 #1 = #281; 圆心 X

#2 = #282; 圆心 Y  
 #3 = #284; 半径

### 三、测量补偿变换 (P152)

本功能提供使用测量结果数据对路径进行补偿变换。公共配置（在外部功能界面选择 152 点击 AF3 配置按钮，选择 A1.公共）如图 5-12 示：

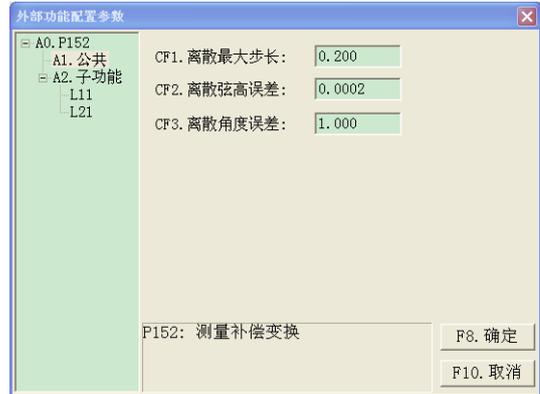


图 5-12 补偿变换

- CF1.离散最大步长, 范围区间: [0.05, 0.5], 建议 0.15
- CF2.离散弦高误差, 范围区间: [0.0001, 0.002], 建议 0.0002
- CF3.离散角度误差(单位:度), 范围区间: [0.1, 10.0], 建议 1.0

本功能包括以下几个子功能：

#### 1. 清除指定点阵的所有点

- 功能说明：清除指定点阵的所有点。  
 调用方法：G100 P152 L30 A\_  
 输入变量：A\_点阵编号，范围为[1 -> 2]  
 4) 输出变量：没有输出变量。  
 5) 程序示例：清除 1 号点阵的所有点  
 G100 P152 L30 A1

#### 2. 向指定点阵添加一行点

- 1) 功能说明：向指定点阵添加一行点。
- 2) 调用方法：G100 P152 L31 A\_ B\_ E\_ M\_
- 3) 输入变量：  
 A\_ 点阵编号，范围为[1 -> 2]  
 B\_ 点引用的测量数据点开始编号，范围为[1 -> 2000]  
 E\_ 点引用的测量数据点结束编号，范围为[1 -> 2000]

M\_ 测量数据点维数, 范围为[2 -> 4]

4) 输出变量: 没有输出变量。

5) 程序示例: 向 1 号点阵添加三行三维的数据点列 G100 P152 L31 A1 B111 E117 M3; 添加第 1 行点 G100 P152 L31 A1 B121 E127 M3; 添加第 2 行点 G100 P152 L31 A1 B131 E137 M3; 添加第 3 行点

### 3. 清除指定点列的所有点

1) 功能说明: 清除指定点列的所有点。

2) 调用方法: G100 P152 L40 A\_

3) 输入变量: A\_ 点列编号, 范围为[1 -> 2]

4) 输出变量: 没有输出变量。

5) 程序示例: 清除 1 号点列的所有点

G100 P152 L40 A1

### 4 向指定点列添加点

1) 功能说明: 向指定点列添加点。

2) 调用方法: G100 P152 L41 A\_ B\_ E\_ M\_

3) 输入变量:

A\_ 点列编号, 范围为[1 -> 2]

B\_ 点引用的测量数据点开始编号, 范围为[1 -> 2000]

E\_ 点引用的测量数据点结束编号, 范围为[1 -> 2000]

M\_ 测量数据点维数, 范围为[2 -> 4]

4) 输出变量: 没有输出变量。

5) 程序示例: 向 1 号点列添加一组四维的数据点 G100 P152 L31 A1 B101 E115 M4;

### 5. 三轴曲线变形补偿功能

#### 1) 轮廓变形补偿变换 (L11)

● 功能说明:

使用测量结果数据对路径进行轮廓变形补偿。公共配置参数 (在外部功能界面选择 152 点击 AF3 配置按钮, 选择 A2.子功能>L11) 如图 5-13 所示:



图 5-13 轮廓变形补偿

● 调用方法:

#1221 = \_\_

#1230 = \_\_

#1231 = \_\_

#1232 = \_\_

#1233 = \_\_

#1234 = \_\_

#1235 = \_\_

#1241 = \_\_

#1242 = \_\_

#1243 = \_\_

#1244 = \_\_

#1245 = \_\_

#1248 = \_\_

#1249 = \_\_

G100P152L11 S\_ T\_; 轮廓变形补偿变换路径 M98P\_; 调用变换结果子程序执行加工

● 输入变量:

#1221 是否预先处理 D 补偿偏置, 0:不做 D 补偿偏置, 1:预先 D 补偿偏置

#1230 基准几何曲线编号

#1231 是否开启 XY 轮廓变形补偿路径变换, 0:关闭, 1:开启

#1232 测量 XY 点列开始变量号

#1233 测量 XY 点列结束变量号

#1234 允许 XY 轮廓最大变形补偿量 取值必须大于等于 0

#1235 XY 轮廓变形路径补偿方向是否由 XY 路径法向转为 Z 竖直方向

0:保持 XY 路径法向补偿, 1:根据刀具锥角转为 Z 竖直方向补偿, 一般用于锥形

刀具工件倒角, 必须设置刀具锥角

#1241 是否开启 Z 轮廓变形补偿路径变换, 0: 关闭, 1: 开启  
 #1242 测量 Z 点列开始变量号  
 #1243 测量 Z 点列结束变量号  
 #1244 允许 Z 轮廓最大变形补偿量, 取值必须大于等于 0  
 #1245 Z 轮廓变形路径补偿方向是否由 Z 垂直方向转为 XY 路径法向  
 0: 保持 Z 垂直方向补偿, 1: 根据刀具锥角转为 XY 路径法向补偿, 一般用于锥形刀具工件倒角, 必须设置刀具锥角  
 #1248 锥形刀具锥角, 当 #1235=1 或 #1245=1 时必须设置, 设为负值表示倒锥形刀具  
 #1249 是否轮廓内倒角, 当 #1235=1 或 #1245=1 时必须设置, 0: 外倒角, 1: 内倒角  
 S 原始变换程序号  
 T 目标变换程序号  
 ● 输出变量: 没有输出变量。  
 输出变换结果程序号为 T 的路径子程序。  
 ● 程序示例: 10 点侧壁测量数据补偿工件 XY 轮廓变形。  
 #10=1; 基准几何曲线编号  
 G100P155L50 Q#10; 获取编号为 #10 的曲线更新状态  
 IF[#280 EQ 1] GOTO10; 如果编号为 #10 的曲线已更新, 则转到 N10  
 G100P155L31  
 Q#10(D:\BASECURVE\PROFILE.DXF); 读取 DXF 文件更新编号 #10  
 N10  
 #1221 = 0; 不预先处理 D 补偿偏置  
 #1230 = #10 基准几何曲线编号  
 #1231 = 1 开启 XY 轮廓变形补偿路径变换  
 #1232 = 101 测量 XY 点列开始变量号  
 #1233 = 110 测量 XY 点列结束变量号  
 #1234 = 0.5 允许 XY 轮廓最大变形补偿量  
 #1235 = 1 根据刀具锥角转为 Z 垂直方向补偿  
 #1241 = 0 关闭 Z 轮廓变形补偿路径变换  
 #1242 = 0 测量 Z 点列开始变量号  
 #1243 = 0 测量 Z 点列结束变量号  
 #1244 = 0 允许 Z 轮廓最大变形补偿量  
 #1245 = 0 保持 Z 垂直方向补偿

#1248 = 90 锥形刀具锥角  
 #1249 = 0 轮廓外倒角  
 G100P152L11 S200 T201; 轮廓变形补偿变换  
 M98P201; 调用变换结果子程序执行加工

**【注】** 本示例中 G100P155L50 Q#1230 与 G100P155L31 Q#1230 的详细使用方法见 1.4 几何曲线管理 (本示例主要涉及 1.4.6 与 1.4.5 的内容) 的使用说明。

## 2) 尺寸局部缩放补偿变换 (L21)

● 功能说明: 使用测量结果数据对路径进行 XY 尺寸补偿。

● 调用方法:

#1221 = \_\_  
 #1231 = \_\_  
 #1232 = \_\_  
 #1233 = \_\_  
 #1234 = \_\_  
 #1235 = \_\_  
 #1236 = \_\_

G100P152L21 S\_ T\_; 尺寸局部缩放补偿变换  
M98P\_ ; 调用变换结果子程序执行加工

● 输入变量:

#1221 是否预先处理 D 补偿偏置, 0: 不做 D 补偿偏置, 1: 预先 D 补偿偏置  
 #1231 尺寸 X 测量变化量  
 #1232 尺寸 Y 测量变化量  
 #1233 局部缩放中心 X  
 #1234 局部缩放中心 Y  
 #1235 X 向局部缩放区间, 取值必须大于等于 0  
 #1236 Y 向局部缩放区间, 取值必须大于等于 0

S 原始变换程序号

T 目标变换程序号

d) 输出变量: 没有输出变量。

输出变换结果程序号为 T 的路径子程序。

● 程序示例:

测量结果 X 尺寸增大 0.05, Y 尺寸不变, 补偿工件尺寸。

#1221 = 0; 不预先处理 D 补偿偏置  
 #1231 = 0.05 尺寸 X 测量变化量  
 #1232 = 0.0 尺寸 Y 测量变化量  
 #1233 = 0.0 局部缩放中心 X  
 #1234 = 0.0 局部缩放中心 Y

#1235 = 5.0 X 向局部缩放区间±5.0  
#1236 = 5.0 Y 向局部缩放区间±5.0  
G100P152L21 S200 T201; 尺寸局部缩放补偿  
变换路径

M98P201;调用变换结果子程序执行加工

### 3) 三轴曲线变形补偿

#### ● 功能说明：

本功能包括两条指令，分别为准备轮廓补偿三轴加工路径与运行轮廓补偿三轴加工路径，通过路径的轴向调整和径向调整来实现补偿，可用于三轴或多轴定位的加工，使用该功能时基准曲线支持 2D 和 3D 轮廓以及非封闭曲线。

#### ● 调用方法：

G100 P152 L170 Q\_ R\_ I\_ A\_ J\_ F\_ ; 准备补偿变换

G100 P152 L171 S\_ T\_ U\_ V\_ W\_ D\_ B\_ E\_ X\_ Y\_ ; 运行补偿变换

#### ● 输入变量：

准备轮廓变形补偿变换三轴加工路径输入变量：

Q\_ 轮廓参考几何曲线编号，范围为[1 -> 24]

R\_ 是否开启径向补偿，0:关闭，1:开启

I\_ 径向误差线节点的点列编号，范围为[1 -> 2]，关闭径向补偿时将被忽略径向误差线节点的点列数据点格式要求：4 维数据点，第 1 维为点位置 X，第 2 维为点位置 Y，第 3 维为点位置 Z，第 4 维为点径向误差 DR

A\_ 是否开启轴向补偿，0:关闭，1:开启

J\_ 轴向误差线节点的点列编号，范围为[1 -> 2]，关闭轴向补偿时将被忽略轴向误差线节点的点列数据点格式要求：4 维数据点，第 1 维为点位置 X，第 2 维为点位置 Y，第 3 维为点位置 Z，第 4 维为点轴向误差 DA

F\_ 误差线的拟合方式，0:线性，1:样条，空时默认为 0

运行轮廓变形补偿变换三轴加工路径输入变量：

S\_ 原始加工路径子程序的程序号，范围为[1 -> 6999]

T\_ 目标加工路径子程序的程序号，范围为[1 -> 6999]

U\_ 路径段离散最大步长，范围为[0.1 -> 1.0]，空时默认为 0.5

V\_ 路径段离散弦高误差，范围为[0.0001 -> 0.01]，空时默认为 0.0005

W\_ 路径段离散角度误差，范围为[0.1 -> 10.0]，空时默认为 1.0

D\_ 是否反转路径点投射方向，0:投射方向为编程给定方向，1:投射方向为编程给定方向的反方向，空时默认为 0

B\_ 投射方向上相对路径基点的出发值，值为有正负的距离量，B 值小于 E 值，用于定义路径点投射到参考曲线的平面搜索区域

E\_ 投射方向上相对路径基点的终止值，值为有正负的距离量，B 值小于 E 值，用于定义路径点投射到参考曲线的平面搜索区域

X\_ 径向补偿是否反向偏置，0:正/负偏差沿投射方向的正/负向进行偏置，1:正/负偏差沿投射方向的负/正向进行偏置，空时默认为 0

Y\_ 轴向补偿是否反向偏置，0:正/负偏差沿刀轴方向的正/负向进行偏置，1:正/负偏差沿刀轴方向的负/正向进行偏置，空时默认为 0

#### ● 输出变量：

准备轮廓变形补偿变换三轴加工路径没有输出变量。

运行轮廓变形补偿变换三轴加工路径输出变量

#251 路径点径向补偿调整的偏差区间的上限值，径向没有补偿时#251~#258 为空值

#252 路径点径向补偿调整的偏差区间的下限值

#253 使用径向上限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标

#254 使用径向上限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标

#255 使用径向上限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标

#256 使用径向下限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标

#257 使用径向下限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标

#258 使用径向下限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标

#261 路径点轴向补偿调整的偏差区间的上限值，轴向没有补偿时#261~#268 为空值

#262 路径点轴向补偿调整的偏差区间的下限值

#263 使用轴向上限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标

#264 使用轴向上限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标

#265 使用轴向上限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标

#266 使用轴向下限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标

#267 使用轴向下限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标

#268 使用轴向下限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标

● 程序示例：

#10=1;基准几何曲线编号

G100P155L50 Q#10;获取编号为#10 的曲线更新状态

IF[#280 EQ 1] GOTO10;如果编号为#10 的曲线已更新，则转到 N10

G100P155L31

Q#10(D:\BASECURVE\PROFILE.DXF); 读取 DXF 文件更新编号#10

N10; 清除指定点列所有点

G100 P152 L40 A1;径向误差线节点点列

G100 P152 L40 A2;轴向误差线节点点列;向指定点列添加点

G100 P152 L41 A1 B101 E136 M4;径向误差线节点

G100 P152 L41 A2 B201 E236 M4;轴向误差线节点;准备曲线变形补偿变换三轴加工路径

G100 P152 L170 Q#10 R1 I1 A1 J2 F0; 运行曲线变形补偿变换三轴加工路径

G100 P152 L171 S201 T211 (U\_ V\_ W\_) (D\_) B0 E20(X\_) (Y\_)

## 6. 多轴曲线变形补偿功能

### 1) 多轴曲线变形补偿

● 功能说明：

本功能包括两条指令，分别为准备轮廓补偿多轴加工路径与运行轮廓补偿多轴加工路径，是通过路径的轴向调整和径向调整来实现补偿，适用于多轴联动加工。

● 调用方法：

G100 P152 L180 Q\_ R\_ I\_ A\_ J\_ F\_; 准备补偿变换

G100 P152 L181 S\_ T\_ U\_ V\_ W\_ D\_ B\_ E\_ K\_ M\_ X\_ Y\_; 运行补偿变换

● 输入变量：

准备轮廓变形补偿变换多轴加工路径输入变量：

Q\_轮廓参考几何曲线编号，范围为[1 -> 24]

R\_ 是否开启径向补偿，0:关闭，1:开启

I\_ 径向误差线节点的点列编号，范围为[1 -> 2]，关闭径向补偿时将被忽略径向误差线节点的点列数据点格式要求：4 维数据点，第 1 维为点位置 X，第 2 维为点位置 Y，第 3 维为点位置 Z，第 4 维为点径向误差 DR

A\_ 是否开启轴向补偿，0:关闭，1:开启

J\_ 轴向误差线节点的点列编号，范围为[1 -> 2]，关闭轴向补偿时将被忽略轴向误差线节点的点列数据点格式要求：4 维数据点，第 1 维为点位置 X，第 2 维为点位置 Y，第 3 维为点位置 Z，第 4 维为点轴向误差 DA

F\_ 误差线的拟合方式，0:线性，1:样条，空时默认为 0

运行轮廓变形补偿变换多轴加工路径输入变量：

S\_原始加工路径子程序的程序号，范围为[1 -> 6999]

T\_目标加工路径子程序的程序号，范围为[1 -> 6999]

U\_路径段离散最大步长，范围为[0.1 -> 1.0]，空时默认为 0.5

V\_路径段离散弦高误差，范围为[0.0001 -> 0.01]，空时默认为 0.0005

W\_路径段离散角度误差 范围为[0.1 -> 10.0]，空时默认为 1.0

D\_是否反转路径点投射方向，0:投射方向为编程给定方向，1:投射方向为编程给定方向的反方向，空时默认为 0

B\_投射方向上相对路径基点的出发值，值为有正负的距离量，B 值小于 E 值，用于定义路径点投射到参考曲线的平面搜索区域

E\_投射方向上相对路径基点的终止值，值为有正负的距离量，B 值小于 E 值，用于定义路径点投射到参考曲线的平面搜索区域

K\_刀轴方向上相对路径基点的下限值，值为有正负的距离量，K 值小于 M 值，用于定义路径点投射到参考曲线的平面搜索区域

M\_刀轴方向上相对路径基点的上限值，值为有正负的距离量，K 值小于 M 值，用于定义路径点投射到参考曲线的平面搜索区域

X\_径向补偿是否反向偏置，0:正/负偏差沿投射方向的正/负向进行偏置，1:正/负偏差沿投射方向的负/正向进行偏置，空时默认为 0

Y\_轴向补偿是否反向偏置，0:正/负偏差沿刀轴方向的正/负向进行偏置，1:正/负偏差沿刀轴方向的负/正向进行偏置，空时默认为 0

● 输出变量：

准备轮廓变形补偿变换三轴加工路径没有输出变量。

运行轮廓变形补偿变换三轴加工路径输出变量

#251 路径点径向补偿调整的偏差区间的上限值，径向没有补偿时#251~#258 为空值

#252 路径点径向补偿调整的偏差区间的下限值

#253 使用径向上限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标

#254 使用径向上限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标

#255 使用径向上限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标

#256 使用径向下限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标

#257 使用径向下限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标

#258 使用径向下限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标

#261 路径点轴向补偿调整的偏差区间的上限值，轴向没有补偿时#261~#268 为空值

#262 路径点轴向补偿调整的偏差区间的下限值

#263 使用轴向上限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标

#264 使用轴向上限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标

#265 使用轴向上限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标

#266 使用轴向下限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标

#267 使用轴向下限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标

#268 使用轴向下限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标

● 程序示例：

#10=1; 基准几何曲线编号

G100P155L50 Q#10; 获取编号为#10 的曲线更新状态

IF[#280 EQ 1] GOTO10; 如果编号为#10 的曲线已更新，则转到 N10

G100P155L31

Q#10(D:\BASECURVE\PROFILE.DXF); 读取 DXF 文件更新编号#10

N10; 清除指定点列所有点

G100 P152 L40 A1;径向误差线节点点列

G100 P152 L40 A2;轴向误差线节点点列; 向指定点列添加点

G100 P152 L41 A1 B101 E136 M4; 径向误差线节点

G100 P152 L41 A2 B201 E236 M4; 轴向误差线节点;准备曲线变形补偿变换多轴加工路径

G100 P152 L180 Q#10 R1 I1 A1 J2 F0; 运行曲线变形补偿变换多轴加工路径

G100 P152 L181 S201 T211 (U\_ V\_ W\_) (D\_) B0 E15 K0 M5 (X\_) (Y\_)

## 7. 三轴曲面变形补偿功能

### 1) 三轴曲面变形补偿

● 功能说明：

本功能包括两条指令，分别为准备轮廓补偿三轴加工路径与运行轮廓补偿三轴加工路径，通过路径的轴向调整来实现补偿，可用于三轴或多轴定位的加工。

● 调用方法：

G100 P152 L120 C\_ A\_ F\_ H\_; 准备补偿变换

G100 P152 L121 S\_ T\_ U\_ V\_ W\_ Y\_; 运行补偿变换

- 输入变量：  
准备曲面变形补偿变换三轴加工路径输入：  
C\_ 校正补偿方法, 1:形变误差面校正补偿  
A\_ 误差面的构面点阵编号, 范围为[1 -> 2]  
误差面的构面点阵数据点格式要求：3 维数据点, 第 1 维为点位置 X, 第 2 维为点位置 Y, 第 3 维为点 Z 向误差 DZ  
F\_ 误差面的构面方式, 0:蒙面构造样条曲面, 1:构造网格曲面, 空时默认为 0  
H\_ 误差面的蒙面方向是否周期闭合, 0:不闭合, 1:闭合, 选择闭合需保证第一行和最后一行的点数据相同, 空时默认不闭合  
运行曲面变形补偿变换三轴加工路径输入：  
S\_ 原始加工路径子程序的程序号, 范围为 [1 -> 6999]  
T\_ 目标加工路径子程序的程序号, 范围为 [1 -> 6999]  
U\_ 路径段离散最大步长, 范围为[0.1 -> 1.0], 空时默认为 0.5  
V\_ 路径段离散弦高误差, 范围为 [0.0001 -> 0.01], 空时默认为 0.0005  
W\_ 路径段离散角度误差, 范围为[0.1 -> 10.0], 空时默认为 1.0  
Y\_ 轴向补偿是否反向偏置, 0:正/负偏差沿刀轴方向的正/负向进行偏置, 1:正/负偏差沿刀轴方向的负/正向进行偏置, 空时默认为 0
- 输出变量：  
准备曲面变形补偿变换三轴加工路径没有输出。  
运行曲面变形补偿变换三轴加工路径输出：  
#251 路径点轴向补偿调整的偏差区间的上限值  
#252 路径点轴向补偿调整的偏差区间的下限值  
#253 使用上限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标  
#254 使用上限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标  
#255 使用上限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标  
#256 使用下限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标

#257 使用下限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标

#258 使用下限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标

- 程序示例：  
清除指定点阵的所有点  
G100 P152 L30 A1;  
向指定点阵添加三维点阵  
G100 P152 L31 A1 B11 E14 M3;  
G100 P152 L31 A1 B21 E24 M3;  
G100 P152 L31 A1 B31 E34 M3;  
G100 P152 L31 A1 B41 E44 M3;  
G100 P152 L31 A1 B51 E54 M3;  
准备曲面变形补偿变换三轴加工路径  
G100 P152 L120 C1 A1 F0 H0;  
运行曲面变形补偿变换三轴加工路径  
G100 P152 L121 S201 T211;

## 2) 平面倾斜补偿

- 功能说明：  
本功能包括两条指令, 分别为准备平面倾斜补偿变换三轴加工路径与运行平面倾斜补偿变换三轴加工路径, 通过路径的轴向调整来实现补偿, 可用于三轴或多轴定位的加工。

【注：】该功能定义/拟合倾斜平面的所有测量数据点格式要求为 3 维数据点, 第 1 维为点位置 X, 第 2 维为点位置 Y, 第 3 维为点 Z 向误差 DZ。

- 调用方法：  
G100 P152 L110 C\_I\_J\_K\_E\_ ; 准备补偿变换  
G100 P152 L111 S\_T\_U\_V\_W\_Y\_ ; 运行补偿变换

- 输入变量：  
准备平面倾斜补偿变换三轴加工路径输入：  
C\_倾斜平面定义方法, 1:X 向 2 点定义单方向倾斜, 2:Y 向 2 点定义单方向倾斜, 3:3 点定义任意方向倾斜, 4:4 至 50 点拟合任意方向倾斜  
C1 时要求两点在 X 方向的距离不能小于 5.0  
C2 时要求两点在 Y 方向的距离不能小于 5.0  
C3 时要求任意一点与另两点所在直线在垂直方向的距离不能小于 5.0  
C4 时要求存在三点满足任意一点与另两点所在直线在垂直方向的距离不能小于 5.0

I\_ C1、C2、C3 时定义倾斜平面的测量数据点 1 编号,C4 时拟合倾斜平面的测量数据点开始编号,范围为[1 -> 2000]

J\_ C1、C2、C3 时定义倾斜平面的测量数据点 2 编号,C4 时拟合倾斜平面的测量数据点结束编号,范围为[1 -> 2000]

K\_ C3 时定义倾斜平面的测量数据点 3 编号,范围为[1 -> 2000],C1、C2、C4 时将被忽略

E\_ 拟合倾斜平面的允许误差,即所有测量数据点到拟合平面的距离应小于该值,否则报警,范围为[0.001 -> 1.0],空时默认为 0.01,C1、C2、C3 时将被忽略

运行平面倾斜补偿变换三轴加工路径输入:

S\_ 原始加工路径子程序的程序号,范围为[1 -> 6999]

T\_ 目标加工路径子程序的程序号,范围为[1 -> 6999]

U\_ 路径段离散最大步长,范围为[0.1 -> 1.0],空时默认为 0.5

V\_ 路径段离散弦高误差,范围为[0.0001 -> 0.01],空时默认为 0.0005

W\_ 路径段离散角度误差,范围为[0.1 -> 10.0],空时默认为 1.0

Y\_ 轴向补偿是否反向偏置,0:正/负偏差沿刀轴方向的正/负向进行偏置,1:正/负偏差沿刀轴方向的负/正向进行偏置,空时默认为 0

● 输出变量:

准备平面倾斜补偿变换三轴加工路径没有输出。

运行平面倾斜补偿变换三轴加工路径输出:

#251 路径点轴向补偿调整的偏差区间的上限值

#252 路径点轴向补偿调整的偏差区间的下限值

#253 使用上限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标

#254 使用上限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标

#255 使用上限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标

#256 使用下限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标

#257 使用下限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标

#258 使用下限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标

● 程序示例:

通过测量平面三点进行平面倾斜补偿变换,程序示例如下。

准备平面倾斜补偿变换三轴加工路径

G100 P152 L110 C3 I101 J102 K103;

运行平面倾斜补偿变换三轴加工路径

G100 P152 L111 S201 T211;

## 8. 多轴曲面变形补偿功能

### 1) 功能说明:

本功能包括两条指令,分别为准备曲面变形补偿变换多轴加工路径与运行曲面变形补偿变换多轴加工路径,通过路径的轴向调整来实现补偿,可用于多轴联动加工。

### 2) 调用方法:

G100 P152 L130 C\_ A\_ B\_ H\_ E\_; 准备补偿变换

G100 P152 L131 S\_ T\_ U\_ V\_ W\_ Y\_; 运行补偿变换

### 3) 输入变量:

准备曲面变形补偿变换多轴加工路径输入:

C\_ 校正补偿方法,2:实际面相对理论面偏差校正补偿

A\_ 实际面的构面点阵编号,范围为[1 -> 2]

实际面的构面点阵数据点格式要求:3 维数据点,第 1 维为点位置 X,第 2 维为点位置 Y,第 3 维为点位置 Z

B\_ 理论面的构面点阵编号,范围为[1 -> 2]

理论面的构面点阵数据点格式要求:3 维数据点,第 1 维为点位置 X,第 2 维为点位置 Y,第 3 维为点位置 Z

H\_ 实际面的蒙面方向是否周期闭合,0:不闭合,1:闭合,选择闭合需保证第一行和最后一行的点数据相同,空时默认不闭合

E\_ 理论面的蒙面方向是否周期闭合,0:不闭合,1:闭合,选择闭合需保证第一行和最后一行的点数据相同,空时默认不闭合

运行曲面变形补偿变换多轴加工路径输入：

S\_ 原始加工路径子程序的程序号，范围为 [1 -> 6999]

T\_ 目标加工路径子程序的程序号，范围为 [1 -> 6999]

U\_ 路径段离散最大步长，范围为 [0.1 -> 1.0]，空时默认为 0.5

V\_ 路径段离散弦高误差，范围为 [0.0001 -> 0.01]，空时默认为 0.0005

W\_ 路径段离散角度误差，范围为 [0.1 -> 10.0]，空时默认为 1.0

Y\_ 轴向补偿是否反向偏置，0:正/负偏差沿刀轴方向的正/负向进行偏置，1:正/负偏差沿刀轴方向的负/正向进行偏置，空时默认为 0

4) 输出变量：

准备曲面变形补偿变换多轴加工路径没有输出。

运行曲面变形补偿变换多轴加工路径输出：

#251 路径点轴向补偿调整的偏差区间的上限值

#252 路径点轴向补偿调整的偏差区间的下限值

#253 使用上限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标

#254 使用上限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标

#255 使用上限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标

#256 使用下限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标

#257 使用下限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标

#258 使用下限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标

5) 程序示例：

；清除指定点阵的所有点

G100 P152 L30 A1; 实际面

G100 P152 L30 A2; 理论面

；向指定点阵添加点

G100 P152 L31 A1 B111 E117 M3; 实际面  
第 1 行

G100 P152 L31 A1 B121 E127 M3; 实际面  
第 2 行

G100 P152 L31 A1 B131 E137 M3; 实际面  
第 3 行

G100 P152 L31 A1 B141 E147 M3; 实际面  
第 4 行

G100 P152 L31 A2 B211 E217 M3; 理论面  
第 1 行

G100 P152 L31 A2 B221 E227 M3; 理论面  
第 2 行

G100 P152 L31 A2 B231 E237 M3; 理论面  
第 3 行

G100 P152 L31 A2 B241 E247 M3; 理论面  
第 4 行

；准备曲面变形补偿变换多轴加工路径

G100 P152 L130 C2 A1 B2 H0 E0

；运行曲面变形补偿变换多轴加工路径

G100 P152 L131 S201 T211 (U0.2000 V\_  
W\_)

## 四、几何曲线管理 ( P155 )

本功能提供对几何曲线图形进行管理，为测量补偿变换提供基准图形数据输入，其支持的几何曲线个数的范围为 1—24。此功能包括以下几个子功能：

### 1、清除全部曲线 ( L10 )

1) 功能说明：清除 1 至 24 号的所有几何曲线。

2) 调用方法：G100P155L10

3) 输入变量：无需输入。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：清除所有几何曲线。

G100P155L10

### 2. 清除指定编号的曲线 ( L11)

1) 功能说明：清除指定编号的几何曲线。

2) 调用方法：G100P155L11 Q\_

3) 输入变量：Q 清除曲线的编号。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：清除 2 号曲线。

G100P155L11 Q2

### 3. 清除指定编号范围的曲线 (L12)

- 1) 功能说明：  
清除指定编号范围内的几何曲线。
- 2) 调用方法：G100P155L12 F\_ T\_
- 3) 输入变量：  
F 清除曲线的起始编号。  
T 清除曲线的结束编号。
- 4) 输出变量：没有输出。
- 5) 程序示例：清除 10 至 20 号曲线。  
G100P155L12 F10 T20

### 4. 创建圆角矩形更新指定编号的曲线 (L21)

- 1) 功能说明：  
创建圆角矩形，并将创建所得曲线更新到指定的编号，不可重复更新，如果确定已更新曲线不再使用，需先清除再更新，否则会报错。
- 2) 调用方法：G100P155L21 Q\_ X\_ Y\_ R\_
- 3) 输入变量：  
Q 更新曲线的编号。  
X 圆角矩形 X 尺寸  
Y 圆角矩形 Y 尺寸  
R 圆角矩形中圆角半径
- 4) 输出变量：没有输出。
- 5) 程序示例：更新曲线的编号为 1，X 尺寸 126，Y 尺寸 60，圆角半径 R5。  
G100P155L21 Q1 X126 Y60 R5

### 5. 读取 DXF 文件更新指定编号的曲线 (L31)

- 1) 功能说明：  
读取 DXF 图形文件，并将读取所得曲线更新到指定的编号，不可重复更新，如果确定已更新曲线不再使用，需先清除再更新，否则会报错。

## 第三节 CCD 识别与测量 (P160)

本功能提供 CCD 识别与测量等一系列相关功能的控制。此功能包括以下子功能：

### 一、启动/停止采集 (L1)

- 1、功能说明：启动或停止 CCD 数据采集。
- 2、调用方法：G100 P160 L1 S\_

- 2) 调用方法：G100P155L31 Q\_ (D:\BASECURVE\PROFILE.DXF)
- 3) 输入变量：Q 更新曲线的编号 (D:\BASECURVE\PROFILE.DXF) DXF 文件的存放路径
- 4) 输出变量：没有输出。
- 5) 程序示例：更新曲线的编号为 2，DXF 文件的路径为 D:\BASECURVE\PROFILE.DXF。  
G100P155L31 Q2 (D:\BASECURVE\PROFILE.DXF)

### 6. 获取指定编号的曲线更新状态 (L50)

- 1) 功能说明：  
获取指定编号几何曲线的更新状态。
- 2) 调用方法：G100P155L50 Q\_
- 3) 输入变量：Q 曲线的编号。
- 4) 输出变量：  
#280 记录曲线更新状态(0:曲线未更新,无效 1:曲线已更新,可用)
- 5) 程序示例：获取 1 号曲线的更新状态，并赋值给#1。  
G100P155L50 Q1  
#1 = #280

### 7. 输出指定编号的曲线到 DXF 文件 (L61)

- 1) 功能说明：输出指定编号的曲线到 DXF 文件。
- 2) 调用方法：G100P155L61 Q\_ (file)
- 3) 输入变量：Q 曲线的编号。  
(file) 输出曲线存放路径。
- 4) 输出变量：没有输出。
- 5) 程序示例：输出 1 号曲线到 DXF 文件，DXF 文件的路径为 D:\BASECURVE\PROFILE.DXF。  
G100P155L61 Q1 (D:\BASECURVE\PROFILE.DXF)

- 3、输入变量：S:采集的执行状态,1:启动采集,0:停止采集。
- 4、输出变量：没有输出。
- 5、程序示例：启动采集：G100 P160 L1 S1  
停止采集：G100 P160 L1 S0

### 二、捕捉一幅图像 (L5)

- 1、功能说明：捕捉一幅图像。
- 2、调用方法：G100 P160 L5
- 3、输入变量：没有输入。
- 4、输出变量：没有输出。
- 5、程序示例：捕捉一幅图像。  
G100 P160 L5

### 三、从文件加载一幅图像 (L8)

- 1、功能说明：从文件加载一幅图像，图像格式为.bmp 或.dib。
- 2、调用方法：G100 P160 L8 ( file )
- 3、输入变量：(file) 指定文件路径及名称。
- 4、输出变量：没有输出。
- 5、程序示例：加载图像 pic.bmp。  
G100 P160 L8 ( D:\picture\pic.bmp )

### 四、保存一幅图像到文件 (L9)

- 1、功能说明：保存一幅图像到文件，图像格式为.bmp 或.dib。
- 2) 调用方法：G100 P160 L9 ( file )
- 3) 输入变量：(file)指定文件路径及名称。
- 4) 输出变量：没有输出。
- 5) 程序示例：保存图像 pic.bmp 到文件。  
G100 P160 L9 ( D:\picture\pic.bmp )

### 五、标记识别 (L10)

- 1、功能说明：  
CCD 识别标记点，输入抓取图像时的标记模板编号，初始角度以及想对应的编程坐标（使像心定位至此标记点上方），得到标记点位置实测的机床坐标，工件坐标和编程坐标。
- 2、调用方法：G100 P160 L10 I\_ X\_ Y\_ A\_ R\_ S\_  
#\_ = #200; 标记识别成功标志，0 表示失败，#201~#206 无效，1 表示成功，#201~#206 为识别结果  
#\_ = #201; 使用标记点位置识别结果 X --- 机床坐标  
#\_ = #202; 使用标记点位置识别结果 Y --- 机床坐标  
#\_ = #203; 使用标记点位置识别结果 X --- 工件坐标  
#\_ = #204; 使用标记点位置识别结果 Y --- 工件坐标

#\_ = #205; 使用标记点位置识别结果 X --- 编程坐标

#\_ = #206; 使用标记点位置识别结果 Y --- 编程坐标

#### 3、输入变量：

I 标记模板编号。

X 标记点位置编程坐标 X。

Y 标记点位置编程坐标 Y。

A 标记模板识别初始角度。

R 识别失败时是否降低允许相似度再次识别，0:不降低允许相似度再次识别，1:降低允许相似度再次识别，忽略则默认 0。

S 是否显示匹配结果，0:不显示，1:显示，忽略则默认 0。

#### 4、输出变量：

#200 标记识别成功标志，0 表示失败，#201~#206 无效，1 表示成功，#201~#206 为识别结果。

#201 标记点位置识别结果 X --- 机床坐标。

#202 标记点位置识别结果 Y --- 机床坐标。

#203 标记点位置识别结果 X --- 工件坐标。

#204 标记点位置识别结果 Y --- 工件坐标。

#205 标记点位置识别结果 X --- 编程坐标。

#206 标记点位置识别结果 Y --- 编程坐标。

#### 5、程序示例：

对模板编号为 2，编程坐标为 ( 23 , 29 )，初始角度为 35 度的标记点进行识别，且识别失败时不降低允许相似度再次识别，不显示匹配结果。将识别结果分别赋给#10~#16。

G100 P160 L10 I2 X23 Y29 A35 或

G100 P160 L10 I2 X23 Y29 A35 R0 S0

#10 = #200

#11 = #201

#12 = #202

#13 = #203

#14 = #204

#15 = #205

#16 = #206

### 六、计算像心编程坐标位置时的主轴编程坐标

#### (L121)

#### 1、功能说明：

输入像心编程坐标，计算像心运动至标记点位置时的主轴编程坐标。

2、调用方法：G100 P160 L121 X\_ Y\_

#\_ = #211; 像心运动至标记点位置的主轴编程坐标 X

#\_ = #212; 像心运动至标记点位置的主轴编程坐标 Y

3、输入变量：

X 像心编程坐标 X。

Y 像心编程坐标 Y。

4、输出变量：

#211 像心运动至标记点位置的主轴编程坐标 X。

#212 像心运动至标记点位置的主轴编程坐标 Y。

5、程序示例：

像心编程坐标为 ( 23 , 29 )，计算像心运动至标记点位置时的主轴编程坐标，并将计算结果分别赋给#33 和#34。G100 P160 L121 X23 Y29

#33 = #211

#34 = #212

## 七、 计算主轴编程坐标位置时的像心编程坐标

### ( L122 )

1、 功能说明：

输入主轴编程坐标，计算主轴运动至标记点位置时的像心编程坐标。

2、调用方法：G100 P160 L122 X\_ Y\_

#\_ = #211; 主轴运动至标记点位置的像心编程坐标 X

#\_ = #212; 主轴运动至标记点位置的像心编程坐标 Y

3、输入变量：X 主轴编程坐标 X。

Y 主轴编程坐标 Y。

4、输出变量：

#211 主轴运动至标记点位置的像心编程坐标 X。

#212 主轴运动至标记点位置的像心编程坐标 Y。

5、程序示例：主轴编程坐标为 ( 23 , 29 )，计算主轴编程坐标位置时的像心编程坐标，并将计算结果分别赋给#33 和#34。

G100 P160 L122 X23 Y29

#33 = #211

#34 = #212

## 八、 设置相机聚焦 Z 位置变量 ( L131 )

1、功能说明：

设置相机聚焦 Z 位置指定编号的变量。也可以通过界面来设置相机聚焦 Z 位置变量 ( 偏置/设置>>扩展功能>>选择 CCD 识别与测量>>AF3.设置>>A1.相机聚焦位置 )，如图 5-14：



图 5-14 设置相机聚焦位置

2、调用方法：G100 P160 L131 Q\_ Z\_

3、输入变量：Q 相机聚焦位置变量编号，编号范围为 1~16。

Z 设置的数据值。

4、输出变量：没有输出。

5、程序示例：为相机聚焦位置编号为 1 的变量设置其 Z 值为 100。

G100 P160 L131 Q1 Z100

## 九、 获取相机聚焦 Z 位置变量 ( L132 )

1、功能说明：

获取相机聚焦 Z 位置指定编号的变量。

2、调用方法：G100 P160 L132 Q\_

#\_ = #215; 获取到的 Z 位置变量数据值

3、输入变量：Q 相机聚焦位置变量编号，编号支持范围为 1~16。

4、输出变量：

#215 获取到的 Z 位置变量数据值。

5、程序示例：获取相机聚焦 Z 位置变量编号为 1 的值，并赋值给变量#35。G100 P160 L132 Q1

#35 = #215

## 十、 设置板材摆正角度变量 ( L133 )

1、功能说明：

设置板材摆正角度指定编号的变量。也可以通过界面来设置板材摆正角度变量( 偏置/设置>>扩展功能>>选择 CCD 识别与测量>>AF3.设置>>A2.板材摆正角度 ), 如图 5-15 :



图 5-15 设置板材摆正角度变量

2、调用方法：G100 P160 L133 Q\_ A\_ C\_

3、输入变量：

- Q 板材摆正角度变量编号, 编号范围为 1~16。
- A 设置的数据值。

4、输出变量：没有输出。

5、程序示例：设置板材摆正角度变量编号为 1 的数据值为 5 度。G100 P160 L133 Q1 A5

### 十一、 获取板材摆正角度变量 ( L134 )

1、功能说明：

获取板材摆正角度指定编号的变量。

2、调用方法：G100 P160 L134 Q\_

#\_ = #215; 获取得到的角度数据值

3、输入变量：Q 板材摆正角度变量编号, 编号范围为 1~16。

4、输出变量：#215 获取得到的角度数据值。

5、程序示例：获取板材摆正角度变量编号为 1 的数据值, 并赋给变量#35。G100 P160 L134 Q1

#35 = #215

### 十二、 设置光源亮度变量 ( L135 )

1、功能说明：

设置指定光源亮度变量编号的 1 路、2 路、3 路数据值。也可以通过界面来设置光源亮度变量( 偏置/设置>>扩展功能>>选择 CCD 识别与测量>>AF3.设置>>A3.光源亮度值 )。如下图 5-16 :



图 5-16 设置光源亮度变量

2、调用方法：G100 P160 L135 Q\_ A\_ B\_ C\_

3、输入变量：

Q 光源亮度变量编号, 编号范围为 1~8。

A 设置的 1 路数据值, 其值范围为[0, 4095], 忽略则不设置该路数据。

B 设置的 2 路数据值, 其值范围为[0, 4095], 忽略则不设置该路数据。

C 设置的 3 路数据值, 其值范围为[0, 4095], 忽略则不设置该路数据。

4、输出变量：没有输出。

5、程序示例：设置光源亮度变量编号为 1 的 1 路数据值为 100, 2 路数据值为 200, 3 路数据值为 300。

G100 P160 L135 Q1 A100 B200 C300

### 十三、 获取光源亮度变量 ( L136 )

1、功能说明：获取指定光源亮度变量编号的 1 路、2 路、3 路数据值。

2、调用方法：G100 P160 L136 Q\_

#\_ = #215; 获取的 1 路数据值

#\_ = #216; 获取的 2 路数据值

#\_ = #217; 获取的 3 路数据值

3、输入变量：Q 光源亮度变量编号, 编号范围为 1~8。

4、输出变量：

#215 获取的 1 路数据值。

#216 获取的 2 路数据值。

#217 获取的 3 路数据值。

5、程序示例：获取光源亮度变量编号为 1 的光源亮度数据值, 并将 1 路, 2 路, 3 路值分别赋给变量#35—#37。

G100 P160 L136 Q1

#35 = #215

#36 = #216

#37 = #217

#### 十四、打开/关闭光源 ( L180 )

- 1、功能说明：打开或关闭 CCD 光源。
- 2、调用方法：G100 P160 L180 S\_
- 3、输入变量：S 开关选择， 0:关闭， 1:打开。
- 4、输出变量：没有输出。
- 5、程序示例：  
打开光源：G100 P160 L180 S1  
关闭光源：G100 P160 L180 S0

#### 十五、设置光源亮度控制方式 ( L181 )

- 1、功能说明：设置光源亮度控制方式，即面板控制或者是程序控制。
- 2、调用方法：G100 P160 L181 S\_
- 3、输入变量：

### 第四节 刀具寿命管理 ( P210 )

本功能提供刀具寿命管理相关功能的控制。  
此功能包括以下子功能：

#### 一、 A 型刀具寿命管理

##### 1. 开启刀具寿命计数 ( L1 )

- 1) 功能说明：开启刀具寿命计数，使用此功能时必须已经选择有效刀具。
- 2) 调用方法：G100 P210 L1
- 3) 输入变量：没有输入。
- 4) 输出变量：没有输出。
- 5) 程序示例：开启刀具寿命计数。  
G100 P210 L1

##### 2. 关闭刀具寿命计数 ( L2 )

- 1) 功能说明：关闭刀具寿命计数，使用此功能时必须已经选择有效刀具。
- 2) 调用方法：G100 P210 L2
- 3) 输入变量：没有输入。
- 4) 输出变量：没有输出。
- 5) 程序示例：关闭刀具寿命计数。  
G100 P210 L2

S 光源亮度控制方式，0:面板控制，1:程序控制。

- 4、输出变量：没有输出。
- 5、程序示例：设置光源亮度控制方式为程序控制。  
G100 P160 L181 S1

#### 十六、设置光源亮度 ( L182 )

- 1、功能说明：  
设置光源亮度，将指定光源编号的亮度值设定为指定的光源亮度值编号所对应的值。
- 2、调用方法：G100 P160 L182 I\_ Q\_
- 3、输入变量：  
I 光源编号，最多有两个，即值为 1 或 2。  
Q 光源亮度值编号，0:表示亮度值都为 0。
- 4) 输出变量：没有输出。
- 5) 程序示例：设置光源 1 亮度为光源亮度值编号 1 的值。  
G100 P160 L182 I1 Q1

#### 3. 搜索刀具 ( L10 )

- 1) 功能说明：搜索刀组内刀具，必须在程序启动且寿命计数被关闭时使用此功能。
- 2) 调用方法：G100 P210 L10 T\_
- 3) 输入变量：T 刀组编号，范围为[101 -> 132]，不可忽略。
- 4) 输出变量：  
#270 是否找到刀具，1:找到，0:未找到。  
#271 找到刀具的编号。
- 5) 程序示例：  
搜索 101 号刀组内刀具，并将搜索结果是否找到刀具赋值给#11，若找到将刀具编号赋值给#12。  
G100 P210 L10 T101  
#11 = #270  
#12 = #271

#### 4. 选择刀具 ( L15 )

- 1) 功能说明：选择刀具，必须在程序启动且寿命计数被关闭时使用此功能。
- 2) 调用方法：G100 P210 L15 T\_

3) 输入变量：T 刀具编号，范围为[0 -> 99]，不可忽略。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：选择 2 号刀具。

```
G100 P210 L15 T2
```

## 5. 结束一个计数周期 (L20)

1) 功能说明：

结束一个计数周期，并根据用户设置的计次增量增加计次型刀具寿命计数。

2) 调用方法：G100 P210 L20 C\_

3) 输入变量：C 刀具寿命计次增量，范围为 0—刀具最大寿命，忽略默认为 1。

4) 输出变量：

#275 是否已有刀组寿命到期，0:没有刀组寿命到期，1:有刀组寿命到期。

#276 本计数周期新增刀组寿命到期的个数。

5) 程序示例：结束一个计数周期，计次增量为 2，将输出结果#275 赋给#31、#276 赋给#32。

```
G100 P210 L20 C2
```

```
#31 = #275
```

```
#32 = #276
```

## 6. 获取刀组变量 (L50)

1) 功能说明：

获取 A 型刀具寿命管理中指定刀组的刀具个数、寿命状态、刀组有效、寿命类型、刀具寿命、预告寿命、H 有效、D 有效，并输出到公共宏变量#280~#287 中。

2) 调用方法：G100 P210 L50 T\_

3) 输入变量：

T\_ 刀组编号，不得为空，范围为[101 -> 132]

4) 输出变量：

#280 刀组的刀具个数

#281 刀组的寿命状态

#282 刀组的刀组有效，刀组的刀具个数

#280=0 时#282~#287 为空值

#283 刀组的寿命类型

#284 刀组的刀具寿命

#285 刀组的预告寿命

#286 刀组的 H 有效

#287 刀组的 D 有效

5) 程序示例：

获取编号为 101 的刀组变量，将输出结果分别赋给#30~#37。

```
G100 P210 L50 T1
```

```
#30 = #280
```

```
#31 = #281
```

```
#32 = #282
```

```
#33 = #283
```

```
#34 = #284
```

```
#35 = #285
```

```
#36 = #286
```

```
#37 = #287
```

## 7. 获取刀具变量 (L51)

1) 功能说明：

获取 A 型刀具寿命管理中指定刀具的寿命状态、所属刀组、寿命计数、是否允许搜索、H 补偿编号、D 补偿编号，并输出到公共宏变量#280~#285 中。

2) 调用方法：G100 P210 L51 T\_

3) 输入变量：

T\_ 刀具编号，不得为空，范围为[1 -> 99]

4) 输出变量：

#280 刀具的寿命状态

#281 刀具的所属刀组

#282 刀具的寿命计数，刀具的所属刀组

#281=0 时#282~#285 为空值

#283 刀具的允许搜索

#284 刀具的 H 补偿编号

#285 刀具的 D 补偿编号

5) 程序示例：获取编号为 1 的刀具变量，将输出结果分别赋给#30~#35。

```
G100 P210 L51 T1
```

```
#30 = #280
```

```
#31 = #281
```

```
#32 = #282
```

```
#33 = #283
```

```
#34 = #284
```

```
#35 = #285
```

## 二、B 型刀具寿命管理

### 1. 开启刀具寿命计数 (L1)

1) 功能说明：开启刀具寿命计数，使用此功能时必须已经选择有效刀具。

2) 调用方法：G100 P210 L1

3) 输入变量：没有输入。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：开启刀具寿命计数。

```
G100 P210 L1
```

## 2. 关闭刀具寿命计数 (L2)

1) 功能说明：关闭刀具寿命计数，使用此功能时必须已经选择有效刀具。

2) 调用方法：G100 P210 L2

3) 输入变量：没有输入。

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例：关闭刀具寿命计数。

```
G100 P210 L2
```

## 3. 搜索刀具 (L10)

1) 功能说明：搜索刀组内刀具，必须在程序启动且寿命计数被关闭时使用此功能。

2) 调用方法：G100 P210 L10 T\_ I\_

3) 输入变量：

T\_ 刀组编号，范围为[101 -> 132]，不可忽略。

I\_ 刀片编号，不得为空，范围为相应刀组设定范围

4) 输出变量：

#270 是否找到刀具，1:找到，0:未找到。

#271 找到刀具的编号。

#272 找到刀段的编号

5) 程序示例：

搜索 101 号刀组内刀片号为 1 的刀具和刀段，并将搜索结果是否找到刀具赋值给#11，若找到将刀具编号赋值给#12，将刀段编号赋值给#13。

```
G100 P210 L10 T101 I1
```

```
#11 = #270
```

```
#12 = #271
```

```
#13 = #272
```

## 4. 选择刀具 (L15)

1) 功能说明：选择刀具，必须在程序启动且寿命计数被关闭时使用此功能。

2) 调用方法：G100 P210 L15 T\_ I\_ J\_

3) 输入变量：

T\_ 刀具编号，范围为[0 -> 99]，不可忽略。

I\_ 刀片编号，不得为空，范围为相应刀组设定范围

J\_ 刀段编号，不得为空，范围为相应刀片设定范围

4) 输出变量：没有输出。

5) 程序示例 选择 2 号刀刀片片 1 的第一段。G100 P210 L15 T2 I1 J1

## 5. 结束一个计数周期 (L20)

1) 功能说明：

结束一个计数周期，并根据用户设置的计次增量增加计次型刀具寿命计数。

2) 调用方法：G100 P210 L20 C\_

3) 输入变量：C\_ 刀具寿命计次增量，范围为 0—刀具最大寿命，忽略默认为 1。

4) 输出变量：

#275 是否已有刀组寿命到期，0:没有刀组寿命到期，1:有刀组寿命到期。

#276 本计数周期新增刀组寿命到期的个数。

5) 程序示例：结束一个计数周期，计次增量为 2，将输出结果#275 赋给#31、#276 赋给#32。

```
G100 P210 L20 C2
```

```
#31 = #275
```

```
#32 = #276
```

## 6. 获取刀组变量 (L50)

1) 功能说明：获取 B 型刀具寿命管理中指定刀组的刀具个数、寿命状态、刀组有效、寿命类型、分片个数、H 有效、D 有效、刀片分段个数、刀片的刀段寿命、刀片的最后一段预告寿命，并输出到公共宏变量#280~#289 中。

2) 调用方法：G100 P210 L50 T\_ (I\_)

3) 输入变量：

T\_ 刀组编号，不得为空，范围为[101 -> 132]

I\_ 刀片编号，允许为空，非空时继续获取刀片的分段个数、刀段寿命、预告寿命，范围为相应刀组设定范围

4) 输出变量：

#280 刀组的刀具个数

#281 刀组的寿命状态

#282 刀组的刀组有效，刀组的刀具个数 #280=0 时#282~#289 为空值

- #283 刀组的寿命类型
- #284 刀组的分片个数
- #285 刀组的 H 有效
- #286 刀组的 D 有效
- #287 刀组刀片的分段个数，刀片编号 I\_为空时#287~#289 为空值
- #288 刀组刀片的刀段寿命
- #289 刀组刀片的预告寿命

5) 程序示例：

获取刀组编号为 101 刀片号为 1 的变量，将输出结果分别赋给#30~#39。

```

G100 P210 L50 T1 I1
#30 = #280
#31 = #281
#32 = #282
#33 = #283
#34 = #284
#35 = #285
#36 = #286
#37 = #287
#38 = #288
#39 = #289

```

- #283 刀具刀片的寿命状态，刀片编号 I\_为空时#283~#288 为空值
- #284 刀具刀片刀段的寿命状态，刀段编号 J\_为空时#284~#288 为空值
- #285 刀具刀片刀段的寿命计数
- #286 刀具刀片刀段的允许搜索
- #287 刀具刀片刀段的 H 编号
- #288 刀具刀片刀段的 D 编号

5) 程序示例：

获取刀具编号为 1，刀片号为 1，刀段号为 1 的变量，将输出结果分别赋给#30~#38。

```

G100 P210 L51 T1 I1 J1
#30 = #280
#31 = #281
#32 = #282
#33 = #283
#34 = #284
#35 = #285
#36 = #286
#37 = #287
#38 = #288

```

## 7. 获取刀具变量 (L51)

1) 功能说明：

获取 B 型刀具寿命管理中指定刀具的寿命状态、所属刀组、寿命计数、是否允许搜索、H 补偿编号、D 补偿编号，并输出到公共宏变量 #280~#288 中。

2) 调用方法：G100 P210 L51 T\_(I\_ J\_)

3) 输入变量：

- T\_刀具编号，不得为空，范围为[1 -> 99]
- I\_刀片编号，允许为空，非空时继续获取刀片的变量，范围为相应刀组设定范围
- J\_刀段编号，允许为空，非空时刀片编号 I\_不得为空，非空时继续获取刀段的变量，范围为相应刀片设定范围

4) 输出变量：

- #280 刀具的寿命状态
- #281 刀具的所属刀组
- #282 刀具的允许搜索，刀具的所属刀组 #281=0 时#282~#288 为空值

# 在机测量随形倒角加工应用说明

## 目 录

|                   |    |
|-------------------|----|
| 第一节 应用背景          | 86 |
| 第二节 规划思路          | 86 |
| 步骤一：工件找正          | 86 |
| 步骤二：补偿产品 Z 向变形    | 86 |
| 步骤三：补偿产品侧向变形      | 87 |
| 第三节 实例说明          | 87 |
| 一、基于 2D 曲线的轮廓变形补偿 | 87 |
| 1、指令 L 号          | 87 |
| 2、程序结构            | 87 |
| 3、软件操作说明          | 89 |
| 二、三轴曲线变形补偿        | 91 |
| 1、指令 L 号          | 91 |
| 2、程序结构            | 91 |
| 3、软件操作说明          | 93 |
| 第四节 应用经验          | 94 |
| 一、测针选择            | 94 |
| 1、球形测针            | 94 |
| 2、异型测针            | 94 |
| 二、工艺规划            | 94 |
| 1、产品分析            | 94 |
| 2、补偿方案            | 94 |
| 3、方案优化            | 94 |

## 第一节 应用背景

3C 消费类电子行业是信息化时代不可或缺的一项高新产业，因此相关生产厂家为了提高企业及产品的市场竞争力，纷纷采取各种高质量要求的加工工艺增强产品的质量。以手机类产品为例，其壳体、面板、中框、屏幕、小五金件等配件部位成了客户追求外观质量的重点，而高光倒角更是体现一款手机外观感性与欣赏性的重要指标，高光加工的品质直接影响最终的外观效果，其主要的加工难度体现在两方面：

- 如何加工出等宽度的斜角
- 如何保证高光效果

如果外形与倒角加工都在同一个 CNC 工序中完成，那么加工出等宽的倒角便不成问题，可是如果外形和倒角是在不同的工序中完成，中间还夹杂阳极、抛光、打磨、注塑或其他 CNC 工序，则容易出现倒角不等宽的现象。

影响倒角宽度的主要因素主要有：

- 1) 零件的装卡的偏差，比如偏位、旋转；

- 2) 零件的尺寸的偏差，比如长宽尺寸变化等；
- 3) 零件的外形的偏差，比如产品在 XY 平面的无规律变化、Z 向的无规律变化；

在使用在机测量技术之前，提升宽度均匀的方法并不多，除了提升整个制程的精度管控指标外，更多方法是通过降低标准来满足加工需要。在机测量技术的引入，大幅度的提升了倒角的均匀性。但传统的在机测量技术只能解决(1)、(2)两个因素引起的偏差，对于第(3)个因素带入的偏差无能为力。

北京精雕引入了一种轮廓随形加工技术，完整的解决了零件外形带入的偏差。这种技术的基本方法为：

- 1) 分别测量产品的在两个方向的变形量(XY\Z)；
- 2) 重新构建一个光顺的样条曲线轮廓；
- 3) 基于新建的轮廓曲线调整刀具的加工轨迹。

## 第二节 规划思路

为了能使手机壳体加工出等宽的斜角，需要解决以下三方面因素带来的误差：

- 装夹误差：由于治具或者人为因素带来的装夹误差，主要涉及原点偏移与角度偏转
- 高度误差：由于产品表面高低不平带来的 Z 向误差；
- 轮廓误差：产品外壁轮廓变形带来的 XY 向误差。

下面分别如何针对以上问题是用在机测量技术进行说明：

### 步骤一：工件找正

应用目的：该功能主要解决产品加工中由于治具精度或者人工装夹带来的装夹误差；

原理分析：通过在外轮廓线上设置测量点，构四边形法计算得到工件原点的偏移与角度的偏转。具体原理分析如下图 6-1 所示：

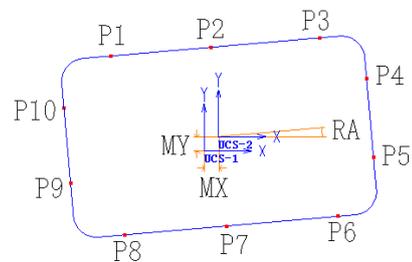


图 6-1 构建四边形法计算中心角度偏差

该图例中，外轮廓采用 P1-P10 共 10 个测量点来计算原点偏移与角度偏转。将每条边上的测量点采用最小二乘法拟合直线，求出交点形成测量四边形，通过中点连线得到实际坐标系。将实际坐标系与理论坐标系比较，得到工件原点偏差值 MX、MY，角度偏差 RA。实际加工时，系统会自动对加工路径进行相应数值的偏移旋转。

### 步骤二：补偿产品轮廓 Z 向变形

应用目的：该功能主要用来解决产品由于上表面平面度误差带来的倒角大小边问题。

原理分析：于产品上表面靠近倒角部位设置 Z 向测量点，通过测量数据的 Z 值与基准轮廓线上相

应位置的高度进行比较,通过得到的偏差值(上偏为正下偏为负)进行路径调整。如下图 6-2 所示:

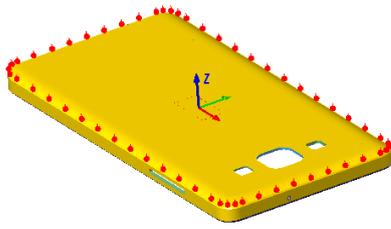


图 6-2 补偿产品 Z 轮廓变形

### 步骤三：补偿产品 XY 轮廓变形

应用目的：该功能主要用来解决产品由于侧壁 XY 向变形带来的倒角大小边问题。

原理分析：于产品侧壁设置相关 XY 向测量点，如下图 6-3 所示，通过与基准轮廓线比较，得到相应部位的偏差值。

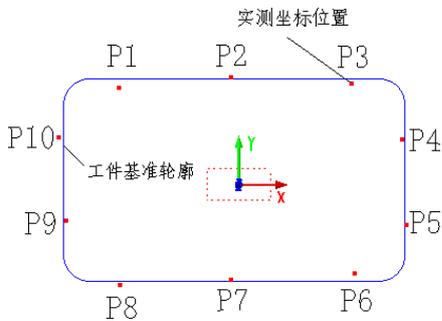


图 6-3 外轮廓 XY 向测量示意图

## 第三节 实例说明

目前，轮廓补偿有两种算法，分别规定为基于 2D 曲线的轮廓变形补偿与三轴曲线变形补偿，下面分别对这两种算法进行介绍说明：

### 一、基于 2D 曲线的轮廓变形补偿

#### 1、指令 L 号

G100 P152 L11，轮廓变形补偿变换加工路径。

#### 2、程序结构

##### 1) 原始加工路径子程序格式

a) 子程序基本要求：

- 程序号范围：1~6999。
- 尽量为单纯的一条加工路径，不支持宏程序。
- 禁止出现的指令：G27、G28、G29、G30、G31、G37、G52、G53、G92、G92.1、

以基准曲线为横轴，各个测量部位的偏差量为纵轴，生成一条沿轮廓分布的偏差曲线。测量偏差曲线可以采用线性方式或样条方式，线性方式是将点用折线连接起来，如图 6-4 中蓝色路径；样条方式以偏差点为控制点生成样条线，如图 6-4 中红色路径。

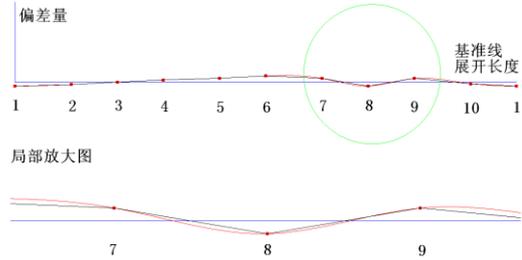


图 6-4 路径点拟合示意图

系统通过拟合路径点，最终得到补偿后的加工路径，如图 6-5 中红色路径线条：

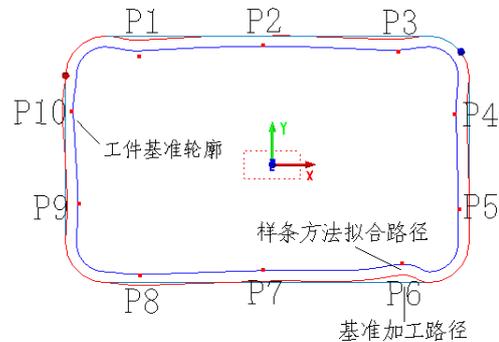


图 6-5 补偿路径示意图

G54~G59、G54.1P\_、G54.4P\_、G94、G95、G61~G64、G51、G50.1、G51.1、G68、G68.2、G68.4、G100、G104

b) 子程序特殊要求：必须明确指定并使用 G90 绝对坐标编程，禁止使用 G91 增量坐标编程。

c) 程序头和程序尾的程序格式示例，如图 6-6、6-7：

```

1 %
2 O2002
3
4 G90
5 GOX-113.5790Y-25.5807M8
6 G43Z5.0012H1
7 G0Z-2.9853
8 N100G1G41D1X-113.5028Y-25.6455F600
9 X-113.3582Y-25.7686
10 X-113.2135Y-25.8917

```

图 6-6 程序头

```
2655 X-86.4750Y-72.9939
2656 X-86.4430Y-73.1812
2657 G40X-86.4261Y-73.2798
2658 G0Z30
2659 M99
2660 %
```

图 6-7 程序尾

## 2) 目标加工路径子程序格式

a) 子程序基本要求：

- 程序号范围：1~6999；
- 初始时空路径。

b) 程序格式示例，示例 6-8 初始空程序：

```
1 %
2 O212
3
4 M99
5 %
```

图 6-8 初始空程序

## 3) 参考几何曲线

a) 曲线数据文件要求：

- 仅支持 DXF 文件格式。
- 尽量由 SurfMill 和 EngMaker 软件输出。

b) 曲线选用和输出要求：

- 选用能反映加工位置变形的模型边界线。比如倒角加工，一般取楞线，比如侧壁加工，一般取侧壁面的上边界线，或下边界线，或中线，或路径计算的轮廓线。
- 必须为单条连续曲线，如果多条同时输出，则只认第一条。
- 仅支持封闭曲线。
- 仅支持 2D 曲线。

c) 加载曲线的程序及示例：

- 相关指令集使用请参考《外部功能使用说明》的 G100 P155 功能类。
- 相关程序请参考提供的程序模板样例 TSK 文件。

## 4) 变形补偿数据

a) 基础数据的记录和维护：使用 G100 P150 功能类进行变形补偿数据的记录和维护。

## 5) 变形补偿计算

a) 指令及参数说明

- 指令：

[功能]:轮廓变形补偿变换加工路径

[指令]:#1221=\_

#1230=\_

#1231=\_

#1232=\_

#1233=\_

#1234=\_

#1235=\_

#1241=\_

#1242=\_

#1243=\_

#1244=\_

#1245=\_

#1248=\_

#1249=\_

G100 P152 L11 S\_ T\_

[输入]:

#1221 是否预先处理 D 补偿偏置, 0:不做 D 补偿偏置, 1:预先 D 补偿偏置

#1230 基准几何曲线编号

#1231 是否开启 XY 轮廓变形补偿路径变换, 0:关闭, 1:开启

#1232 测量 XY 点列开始变量号

#1233 测量 XY 点列结束变量号

#1234 允许 XY 轮廓最大变形补偿量

#1235 XY 轮廓变形路径补偿方向是否由 XY 路径法向转为 Z 垂直方向 0:保持 XY 路径法向补偿, 1:根据刀具锥角转为 Z 垂直方向补偿, 一般用于锥形刀具工件倒角, 必须设置刀具锥角

#1241 是否开启 Z 轮廓变形补偿路径变换, 0:关闭, 1:开启

#1242 测量 Z 点列开始变量号

#1243 测量 Z 点列结束变量号

#1244 允许 Z 轮廓最大变形补偿量

#1245 Z 轮廓变形路径补偿方向是否由 Z 垂直方向转为 XY 路径法向 0:保持 Z 垂直方向补偿, 1:根据刀具锥角转为 XY 路径法向补偿, 一般用于锥形刀具工件倒角, 必须设置刀具锥角

#1248 锥形刀具锥角, 当#1235=1 或

#1245=1 时必须设置, 设为负值表示倒锥形刀具

#1249 是否轮廓内倒角, 当#1235=1 或

#1245=1 时必须设置, 0:外倒角, 1:内倒角

S\_ 原始加工路径子程序的程序号, 范围为 [1 -> 6999]

T\_ 目标加工路径子程序的程序号, 范围为 [1 -> 6999]

- #1232 和 #1233 给定测量 XY 点列, 必

须记录 3 维数据点，第 1 维为测量结果点位置 X，第 2 维为测量结果点位置 Y，第 3 维为测量结果点位置 Z。

- #1242 和#1243 给定测量 Z 点列，必须记录 3 维数据点，第 1 维为点位置 X，第 2 维为点位置 Y，第 3 维为点 Z 向误差。
- 路径段离散控制设置：系统>参数>A4.程序>外部扩展代码，如下图 6-9 所示。



图 6-9 路径段离散控制设置

- 误差线拟合控制设置：系统>参数>A4.程序>外部扩展代码，如下图 6-10 所示。

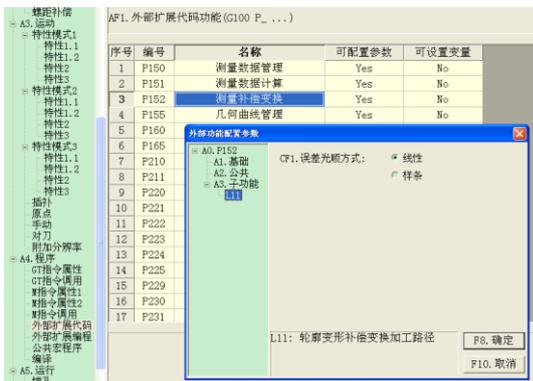


图 6-10 误差线拟合控制设置

- b) 变形补偿计算的程序及示例：
- 相关指令集使用请参考《外部功能使用说明》的 G100 P152 功能类。
  - 相关程序请参考提供的程序模板样例 TSK 文件。

### 3、软件操作说明

#### 1) 提取辅助元素

在原始造型曲面上提取相关的测量辅助元素，包括辅助点、辅助线等等，并输出基准曲线 DXF。

#### 2) 创建测量点

依据辅助点、辅助线创建测量点。根据补偿

类型不同，可将所有测量点按照图层分类，方便管理。

#### 3) 标记测量点

由于存在计算中心角度及轮廓，因此软件需要对参与计算的测量点进行识别，这样就必须对其进行方向及属性标记，菜单栏下在线测量(O)->编辑测量点(E)->方向及特征点。

a) 测量点的方向标记：选中需要标记的测量点，右键激活标记探测方向下拉列表框，选择相应的标记方向，如下图 6-11 所示：

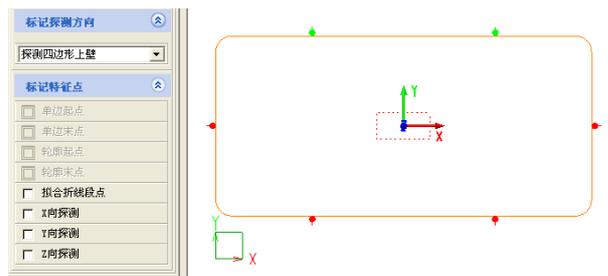


图 6-11 标记测量点方向

b) 测量点属性标记：选中需要标记的测量点，右键激活标记特征点属性单选按钮，选择相应的特征标记，如下图 6-12 所示：

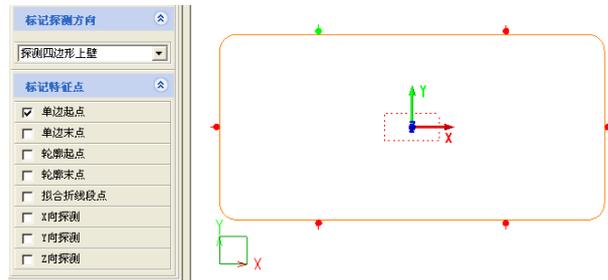


图 6-12 标记特征点属性

#### 4) 路径跟随设置

为了保证测量位置的准确性，需要采用测量点跟随指令，例如选择“XY 向测量点的 Z 高度跟随相应的 Z 向测量点调整”，点击菜单栏下“在线测量(O)->编辑测量点(E)->测量点跟随分组”指令，设置 XY 测量点为跟随点，Z 向测量点为被跟随点，如下图 6-13 所示：

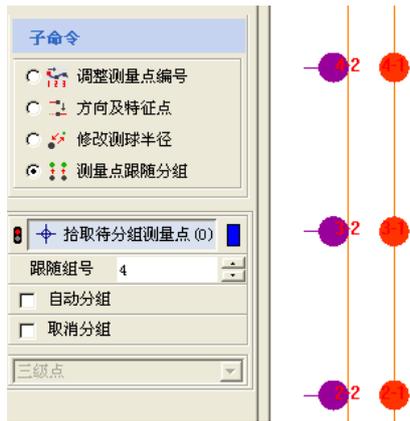


图 6-13 测量点跟随分组设置示意图

### 5) 路径参数设置

测量点标记完成后，下一步便要进行输出路径的参数设置，如下图 6-14 所示：

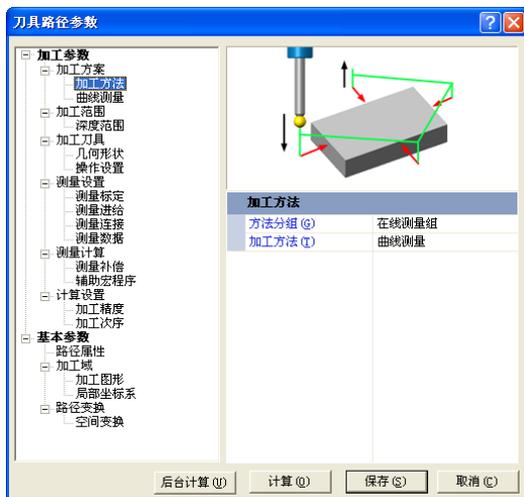


图 6-14 路径参数设置界面

其中相关的参数说明如下表 6-1 所示：

| 名称   | 说明    |                   |
|------|-------|-------------------|
| 加工方案 | 加工方法  | 选择不同的加工方法         |
|      | 曲线测量  | 选择是否使用过滤重点、取消定向功能 |
| 加工范围 | 深度范围  | XY 向测量的深度         |
| 加工刀具 | 几何形状  | 设置测头刀具的几何外形       |
|      | 操作设置  | 设置测头刀具的操作         |
| 测量设置 | 测量标定  | 设置标定测头的参数         |
|      | 测量进给  | 设置探测的进给参数         |
|      | 测量连接  | 设置测量点的连接模式        |
|      | 测量数据  | 设置测量数据的输出方式       |
| 测量计算 | 测量补偿  | 设置测量补偿的方式         |
| 加工域  | 加工图形  | 选择测量点及相应的轮廓线      |
|      | 局部坐标系 | 设置相应的测量坐标系        |

表 6-1 测量路径参数说明

采用前期的 5 个点先校正中心角度，然后将偏移量作用于后续的更新轮廓路径上，设置方法为：

Step1：创建第 1 条测量路径，路径中勾选角度补偿、中心补偿，将二者的补偿组号设为 1，加工域为 5 个测量点；

Step2：创建第 2 条测量路径，路径中勾选轮廓补偿，并且在测量补偿参数下勾选“路径跟随偏置”与“路径跟随测量找正”指令，使用数据组号设置为 1，加工域为更新 Z 轮廓与 XY 轮廓的共 112 点，如下图 6-15 所示：

| 测量补偿                                |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 单点测量结果选择 (U)                        | 测头半径+标定补偿量                          |
| <input type="checkbox"/> 路径跟随偏置 (U) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 计算弧面尺寸                              | <input type="checkbox"/>            |
| <input type="checkbox"/> 跟随测量中心找正   | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 中心X                                 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 中心Y                                 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 中心Z                                 | <input type="checkbox"/>            |
| 使用数据组号                              | 1                                   |
| <input type="checkbox"/> 跟随测量角度找正   | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 使用数据组号                              | 1                                   |
| 统一数据保存组号                            | <input type="checkbox"/>            |
| 角度测量 (G)                            | <input type="checkbox"/>            |
| 中心测量 (U)                            | <input type="checkbox"/>            |
| 轮廓测量 (U)                            | <input checked="" type="checkbox"/> |

图 6-15 路径测量补偿设置

Step3：添加加工刀路，主要采用单线切割或轮廓切割，在路径参数下勾选相应的补偿项目，并且输入使用的数据组号，如下图 6-16 所示：



图 6-16 加工路径补偿设置

最终路径显示如下图 6-17 所示：

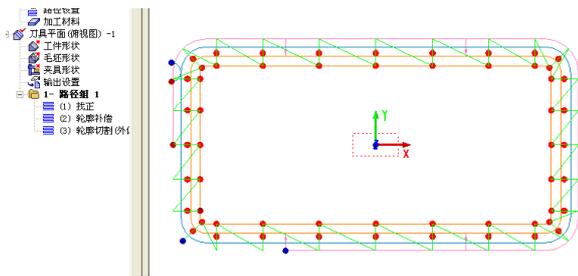


图 6-17 路径显示

#### Step4：路径输出设置

测量路径与加工路径同时输出，输出设置中需要将输出格式修改为 Eng V6.50(JD50)格式。此时会同时输出两个文件，如下图 6-18 所示：



图 6-18 输出路径

## 二、三轴曲线变形补偿

### 1、指令 L 号

G100 P152 L170，准备曲线变形补偿变换三轴加工路径。

G100 P152 L171，运行曲线变形补偿变换三轴加工路径。

### 2、程序结构

#### 1) 原始加工路径子程序格式

子程序基本要求：

- a) 程序号范围：1~6999。
- b) 尽量为单纯的一条加工路径，不支持宏程

序。

c) 禁止出现的指令：G27、G28、G29、G30、G31、G37、G52、G53、G92、G92.1、G54~G59、G54.1P\_、G54.4P\_、G94、G95、G61~G64、G51、G50.1、G51.1、G68、G68.2、G68.4、G100、G104

#### 子程序特殊要求

a) 必须明确指定并使用 G90 绝对坐标编程，禁止使用 G91 增量坐标编程。

b) 必须使用 G43、G44 刀具长度补偿类型，禁止使用其它刀具长度补偿类型。

c) 必须使用 3D 刀具半径补偿，采用 NX\_NY\_NZ 指定半径补偿方向，禁止使用其它刀具半径补偿类型。

d) 使能路径补偿开启指令为：(G100P152L171\_ENTRANS\_ON)，单独一行，括弧内禁止出现空格。一般将 (G100P152L171\_ENTRANS\_ON) 放在 3D 刀具半径补偿建立程序行之前。

e) 使能路径补偿关闭指令为：(G100P152L171\_ENTRANS\_OFF)，单独一行，括弧内禁止出现空格。一般将 (G100P152L171\_ENTRANS\_OFF) 放在 3D 刀具半径补偿取消程序行之后。

f) 使能路径补偿开启时各轴模态必须到位。也就是，要求 X、Y、Z 模态在 (G100P152L171\_ENTRANS\_ON) 指令行之后的首个移动行之前（含该移动行）必须已全部指定。

g) 在 G43 或 G44 指令行开始才启动记录各轴模态是否到位，也就是说，在 G43 或 G44 指令行之前，不会进行各轴模态是否到位的记录，但指定的轴模态会被原样保留输出到目标加工路径子程序中，不会影响到用户编程指定的初始轴定位需要。因此，在 G43 或 G44 指令行开始 (G100P152L171\_ENTRANS\_ON) 指令行之后的首个移动行，各轴模态需要被指定，以确保使能路径补偿开启时各轴模态到位。

h) 在以下三个条件同时满足，补偿才生效。  
 G43 或 G44 已建立；  
 (G100P152L171\_ENTRANS\_ON) 已指定；

3D 刀具半径补偿已建立。

#### 程序头和程序尾的程序格式示例

- a) 示例如下图 6-19、6-20：

```

1 %
2 O202
3 |
4 G90
5 GOX-117.1863Y-22.1856M8
6 G43Z7.1709H2
7 Z-2.8291
8 (G100P152L171_ENTRANS_ON)
9 M100G1641D2X-113.3995Y-25.4506Z-2.8521M3711.3893N14910.3662N20F600
10 X-113.0219Y-25.7763Z-2.8544
11 X-112.6463Y-26.1042Z-2.8567

```

图 6-19 程序头

```

1945 X-86.6328Y-72.6375Z-2.9664
1946 X-86.5501Y-73.1293Z-2.9660
1947 G40X-85.7215Y-78.0602Z-2.9626
1948 (G100P152L171_ENTRANS_OFF)
1949 GOZ7.0374
1950 M99
1951 %

```

图 6-20 程序尾

## 2) 目标加工路径子程序格式

### 子程序基本要求：

- a) 程序号范围：1~6999。
- b) 初始时为空路径。

### 程序格式示例：

- a) 示例 6-21：初始空程序

```

1 %
2 O212
3 |
4 M99
5 %

```

图 6-21 初始空程序

## 3) 参考几何曲线

### a) 曲线数据文件要求：

- 仅支持 DXF 文件格式。
- 尽量由 SurfMill 和 EngMaker 软件输出。

### b) 曲线选用和输出要求：

- 选用能反映加工位置变形的模型边界线。比如倒角加工，一般取楞线，比如侧壁加工，一般取侧壁面的上边界线，或下边界线，或中线，或路径计算的轮廓线。
- 必须为单条连续曲线，如果多条同时输出，则只认第一条。
- 支持封闭和非封闭曲线。
- 支持 2D 和 3D 曲线。

### c) 加载曲线的程序及示例

- 相关指令集使用请参考《外部功能使用说明》的 G100 P155 功能类。
- 相关程序请参考提供的程序模板样例

TSK 文件。

## 4) 变形补偿数据

### a) 基础数据的记录和维护

- 使用 G100 P150 功能类进行变形补偿数据的记录和维护。
- 必须记录 4 维数据点，第 1 维为点位置 X，第 2 维为点位置 Y，第 3 维为点位置 Z，第 4 维为点误差。一般情况，点位置 XYZ 尽量落在参考几何曲线上，以避免内部采用最近点映射计算方式所存在的一些缺陷。

### b) 误差线节点点的组织和维护

- 使用 G100 P152 功能类进行误差线节点点的组织和维护。

### c) 定义误差线节点点的程序及示例

- 相关指令集使用请参考《外部功能使用说明》的 G100 P152 功能类。
- 相关程序请参考提供的程序模板样例 TSK 文件。

## 5) 变形补偿计算

### a) 准备指令及参数说明

- 指令：  
 [功能]:准备曲线变形补偿变换三轴加工路径  
 [指令]:G100 P152 L170 Q\_ R\_ I\_ A\_ J\_ F\_  
 [输入]:  
 Q\_ 参考几何曲线编号，范围为[1 -> 24]  
 R\_ 是否开启径向补偿，0:关闭，1:开启  
 I\_ 径向误差线节点的点列编号，范围为[1 -> 2]，关闭径向补偿时将被忽略径向误差线节点的点列数据点格式要求：4 维数据点，第 1 维为点位置 X 第 2 维为点位置 Y 第 3 维为点位置 Z，第 4 维为点径向误差 DR  
 A\_ 是否开启轴向补偿，0:关闭，1:开启  
 J\_ 轴向误差线节点的点列编号，范围为[1 -> 2]，关闭轴向补偿时将被忽略轴向误差线节点的点列数据点格式要求：4 维数据点，第 1 维为点位置 X 第 2 维为点位置 Y 第 3 维为点位置 Z，第 4 维为点轴向误差 DA  
 F\_ 误差线的拟合方式，0:线性，1:样条，空时默认为 0

### b) 运行指令及参数说明

- 指令：  
 [功能]:运行曲线变形补偿变换三轴加工路径  
 [指令]:G100 P152 L171 S\_ T\_ U\_ V\_ W\_ D\_ B\_ E\_ X\_ Y\_

[输入]:

S\_ 原始加工路径子程序的程序号, 范围为 [1 -> 6999]

T\_ 目标加工路径子程序的程序号, 范围为 [1 -> 6999]

U\_ 路径段离散最大步长, 范围为[0.1 -> 1.0], 空时默认为 0.5

V\_ 路径段离散弦高误差, 范围为[0.0001 -> 0.01], 空时默认为 0.0005

W\_ 路径段离散角度误差, 范围为[0.1 -> 10.0], 空时默认为 1.0

D\_ 是否反转路径点投射方向, 0:投射方向为编程给定方向, 1:投射方向为编程给定方向的反方向, 空时默认为 0

B\_ 投射方向上相对路径基点的出发值, 值为有正负的距离量, B 值小于 E 值, 用于定义路径点投射到参考曲线的平面搜索区域

E\_ 投射方向上相对路径基点的终止值, 值为有正负的距离量, B 值小于 E 值, 用于定义路径点投射到参考曲线的平面搜索区域

X\_ 径向补偿是否反向偏置, 0:正/负偏差沿投射方向的正/负向进行偏置, 1:正/负偏差沿投射方向的负/正向进行偏置, 空时默认为 0

Y\_ 轴向补偿是否反向偏置, 0:正/负偏差沿刀轴方向的正/负向进行偏置, 1:正/负偏差沿刀轴方向的负/正向进行偏置, 空时默认为 0

[输出]:

#251 路径点径向补偿调整的偏差区间的上限值, 径向没有补偿时#251~#258 为空值

#252 路径点径向补偿调整的偏差区间的下限值

#253 使用径向上限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标

#254 使用径向上限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标

#255 使用径向上限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标

#256 使用径向下限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标

#257 使用径向下限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标

#258 使用径向下限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标

#261 路径点轴向补偿调整的偏差区间的上限值, 轴向没有补偿时#261~#268 为空值

#262 路径点轴向补偿调整的偏差区间的下限值

#263 使用轴向上限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标

#264 使用轴向上限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标

#265 使用轴向上限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标

#266 使用轴向下限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标

#267 使用轴向下限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标

#268 使用轴向下限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标

- 参数 B\_ E\_用于定义路径点投射到参考曲线的平面搜索区域, 参数意义示意图如下所示, 一般情况下切入起点和切出末点的路径点与参考曲线的距离会大于切割路径部分与参考曲线的距离, 因此, 参数 B\_ E\_取值应以切入位置和切出位置作为参考。

- 在一个准备指令之后, 可以连续多个运行指令, 以完成多条加工路径的相同补偿计算。

### c) 变形补偿计算的程序及示例

- 相关指令集使用请参考《外部功能使用说明》的 G100 P152 功能类。

- 相关程序请参考提供的程序模板样例 TSK 文件。

## 3、软件操作

三轴曲线补偿的软件步骤与多轴曲线补偿的步骤大致相同, 仅是在路径补偿方式选项中选择“三轴”即可, 如下图 6-22, 具体步骤参考多轴曲线补偿。

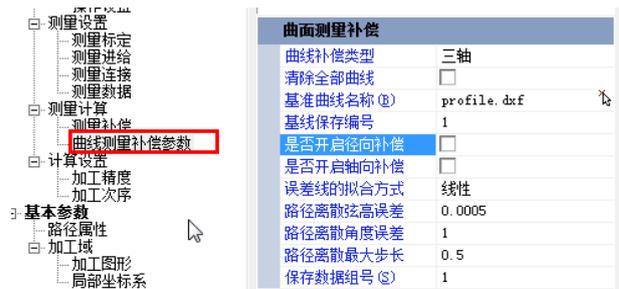


图 6-22 三轴曲线补偿

## 第四节 应用经验

目前在线测量补加工在 3C 电子类产品中应用非常广泛，下面是针对该类产品高光倒角的经验总结：

### 一、测针选择

#### 1、球形测针

球形测针的使用主要遵循以下几个原则：

- 上表面为平面时采用球形测针底部 Z 向垂直测量；
- 侧壁为垂直壁时采用球形测针侧壁 XY 向测量；
- 上表面弧度不大时采用球径小的测针垂直测量；
- 选择球形测针时尽量选择刚性好的测针测杆。
- 在符合探测要求的情况下，尽量选择球径大、测杆短的测针。

#### 2、异型测针

异型测针主要包括柱形测针、锥形测针、倒锥形测针、菱形测针、L 型测针、星型测针、工型测针等，一般的适应场合如下：

- 二次重工时宜选择柱形测针；
- 侧壁带拔模角度时可选择柱形测针探测；
- 为了提高效率，可直接对上下倒角棱边进行测量，可采用锥形、倒锥形、菱形测针，如下图 6-23 所示：

注：任何探针都有其局限性，需根据具体产品特征具体分析，进而选择合适的探针。

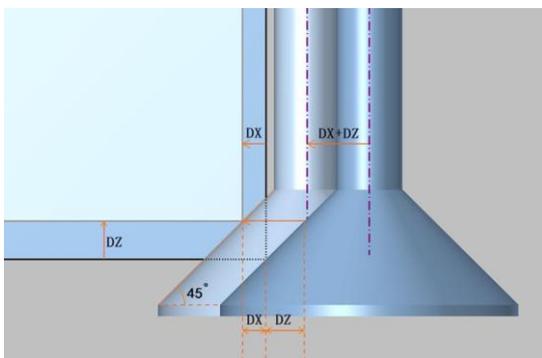


图 6-23 锥形测针测量下倒角

### 二、工艺规划

工艺规划需要采取一定的流程安排，具体可以总结为以下几点：

#### 1、产品分析

对于产品模型进行仔细分析，主要从产品形态、变形情况、结构干涉等方面进行考虑。

#### 2、补偿方案

根据产品特性，选择适当的探针规格，根据变形量及加工要求确定补偿方式。布点方案遵循以下原则：

- 测量点设置应避开圆弧直边交接处，可在其附近 1-2mm 处设置。
- 测量点间距不宜过小。
- 加工路径尽量靠近基准曲线。
- 产品一致性较好时，只需测量首件，后续可以使用离线补偿功能。

#### 3、方案优化

待产品加工效果得到认可后，便要进行方案优化，尽可能提高产品加工的效率。

## 50 系统曲面补偿功能应用

在加工好的曲面上雕刻文字和图案时，遇到的主要问题是加工的图案深浅不一，影响雕刻深度一致性的因素主要有：

- 1) 零件装夹的偏差，比如偏位、旋转；
- 2) 曲面外形的偏差，特别是冲压、压铸类曲面。

在使用在机测量技术之前，提升雕刻深度方法并不多，更多的方法是通过重工加工，通过路径修补明显的不良品。传统的在机测量技术对只能解决零件装夹的偏差，对于曲面外形的偏差无能为力。

北京精雕引入了一种曲面随形加工技术，完整的解决了曲面外形变化的偏差，具体的实现步骤为：

- 1) 在产品表面测量一批数据；
- 2) 重新构建一张样条曲面；
- 3) 基于新建的样条曲面调整雕刻轨迹。

### 目 录

|               |    |
|---------------|----|
| 第一节 程序结构      | 96 |
| 一、三轴曲面补偿      | 96 |
| 1、原始加工路径子程序格式 | 96 |
| 2、目标加工路径子程序格式 | 96 |
| 3、变形补偿数据      | 96 |
| 4、变形补偿计算      | 97 |
| 二、多轴曲面补偿      | 97 |
| 1、原始加工路径子程序格式 | 97 |
| 2、目标加工路径子程序格式 | 98 |
| 3、变形补偿数据      | 98 |
| 4、变形补偿计算      | 98 |
| 第二节 软件使用      | 99 |
| 一、创建测量点       | 99 |
| 二、标记测量点       | 99 |
| 三、路径参数设置      | 99 |

## 第一节 程序结构

### 一、三轴曲面补偿

#### 1、原始加工路径子程序格式

##### 1) 子程序基本要求

- a) 程序号范围：1~6999。
- b) 尽量为单纯的一条加工路径，不支持宏程序。
- c) 禁止出现的指令：  
G27、G28、G29、G30、G31、G37、G52、G53、G92、G92.1、G54~G59、G54.1P\_、G54.4P\_、G94、G95、G61~G64、G51、G50.1、G51.1、G68、G68.2、G68.4、G100、G104

##### 2) 子程序特殊要求

- a) 必须明确指定并使用 G90 绝对坐标编程，禁止使用 G91 增量坐标编程。
- b) 必须使用 G43、G44 刀具长度补偿类型，禁止使用其它刀具长度补偿类型。
- c) 使能路径补偿开启指令为：  
(G100P152L121\_ENTRANS\_ON)，单独一行，括弧内禁止出现空格。一般将 (G100P152L121\_ENTRANS\_ON) 放在变形补偿建立程序行之前。
- d) 使能路径补偿关闭指令为：  
(G100P152L121\_ENTRANS\_OFF)，单独一行，括弧内禁止出现空格。一般将 (G100P152L121\_ENTRANS\_OFF) 放在变形补偿取消程序行之前。
- e) 使能路径补偿开启时各轴模态必须到位。也就是，要求 X、Y、Z 模态在 (G100P152L121\_ENTRANS\_ON) 指令行之后的首个移动行之前（含该移动行）必须已全部指定。
- f) 在 G43 或 G44 指令行开始才启动记录各轴模态是否到位，也就是说，在 G43 或 G44 指令行之前，不会进行各轴模态是否到位的记录，但指定的轴模态会被原样保留输出到目标加工路径子程序中，不会影响到用户编程指定的初始轴定位需要。因此，在 G43 或 G44 指令行开始到 (G100P152L121\_ENTRANS\_ON) 指令行之后的首个移动行，各轴模态需要被指定，以确保使能路径补偿开启时各轴模态到位。
- g) 在以下三个条件同时满足，补偿才生效。  
G43 或 G44 已建立；  
(G100P152L121\_ENTRANS\_ON) 已指定。

##### 3) 程序头和程序尾的程序格式示例

原始加工子程序的程序头与程序尾格式如下  
图 7-1、7-2：

```

1 %
2 O201
3
4 G90
5 G0X-45Y-24S19080M3M9
6 G43Z5.0013H1
7 (G100P152L121_ENTRANS_ON)
8 G0X-45Y-24Z0.5000
9 N100G1Z0F188.9000
10 X45F1259.3000

```

图 7-1 程序头

```

104 X-45F1259.3000
105 Y24F377.8000
106 X45F1259.3000
107 (G100P152L121_ENTRANS_OFF)
108 G0Z5.0013
109 M5
110 M99
111 %

```

图 7-2 程序尾

#### 2、目标加工路径子程序格式

##### 1) 子程序基本要求

- a) 程序号范围：1~6999。
- b) 初始时为空白路径。

##### 2) 程序格式示例

初始空程序如下图 7-3：

```

1 %
2 O212
3
4 M99
5 %

```

图 7-3 初始空程序

#### 3、变形补偿数据

##### 1) 基础数据的记录和维护

- a) 使用 G100 P150 功能类进行变形补偿数据的记录和维护。
- b) 必须记录 3 维数据点，第 1 维为点位置 X，第 2 维为点位置 Y，第 3 维为点 Z 向误差。

##### 2) 构面点阵的组织和维护

- a) 使用 G100 P152 功能类进行误差面构面点阵的组织和维护。

### 3) 定义构面点阵的程序及示例

- a) 相关指令集使用请参考《外部功能使用说明》的 G100 P152 功能类。
- b) 相关程序请参考提供的程序模板样例 TSK 文件。

## 4、变形补偿计算

### 1) 准备指令及参数说明

#### a) 指令

[功能]:准备曲面变形补偿变换三轴加工路径

[指令]:G100 P152 L120 C\_ A\_ F\_ H\_

[输入]:

C\_ 校正补偿方法, 1:形变误差面校正补偿

A\_ 误差面的构面点阵编号, 范围为[1 -> 2], 误差面的构面点阵数据点格式要求: 3 维数据点, 第 1 维为点位置 X, 第 2 维为点位置 Y, 第 3 维为点 Z 向误差 DZ

F\_ 误差面的构面方式, 0:蒙面构造样条曲面, 1:构造网格曲面, 空时默认为 0

H\_ 误差面的蒙面方向是否周期闭合, 0:不闭合, 1:闭合, 选择闭合需保证第一行和最后一行的点数据相同, 空时默认不闭合

### 2) 运行指令及参数说明

#### a) 指令

[功能]:运行曲面变形补偿变换三轴加工路径

[指令]:G100 P152 L121 S\_ T\_ U\_ V\_ W\_ Y\_

[输入]:

S\_ 原始加工路径子程序的程序号, 范围为 [1 -> 6999]

T\_ 目标加工路径子程序的程序号, 范围为 [1 -> 6999]

U\_ 路径段离散最大步长, 范围为[0.1 -> 1.0], 空时默认为 0.5

V\_ 路径段离散弦高误差, 范围为[0.0001 -> 0.01], 空时默认为 0.0005

W\_ 路径段离散角度误差, 范围为[0.1 -> 10.0], 空时默认为 1.0

Y\_ 轴向补偿是否反向偏置, 0:正/负偏差沿刀轴方向的正/负向进行偏置, 1:正/负偏差沿刀轴方向的负/正向进行偏置, 空时默认为 0

[输出]:

#251 路径点轴向补偿调整的偏差区间的上限值

#252 路径点轴向补偿调整的偏差区间的下限值

#253 使用上限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标

#254 使用上限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标

#255 使用上限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标

#256 使用下限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标

#257 使用下限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标

#258 使用下限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标

b) 在一个准备指令之后, 可以连续多个运行指令, 以完成多条加工路径的相同补偿计算。

### 3) 变形补偿计算的程序及示例

a) 相关指令集使用请参考《外部功能使用说明》的 G100 P152 功能类。

b) 相关程序请参考提供的程序模板样例 TSK 文件。

## 二、多轴曲面补偿

### 1、原始加工路径子程序格式

#### 1) 子程序基本要求

a) 程序号范围: 1~6999。

b) 尽量为单纯的一条加工路径, 不支持宏程序。

c) 禁止出现的指令:

G27、G28、G29、G30、G31、G37、G52、G53、G92、G92.1、G54~G59、G54.1P\_、G54.4P\_、G94、G95、G61~G64、G51、G50.1、G51.1、G68、G68.2、G68.4、G100、G104

#### 2) 子程序特殊要求

a) 必须明确指定并使用 G90 绝对坐标编程, 禁止使用 G91 增量坐标编程。

b) 必须使用 G43.4 刀具中心点控制(类型 1) 或 G43.5 刀具中心点控制(类型 2) 禁止使用 G43、G44 等其它刀具长度补偿类型。

c) 使能路径补偿开启指令为:

(G100P152L131\_ENTRANS\_ON), 单独一行, 括弧内禁止出现空格。一般将 (G100P152L131\_ENTRANS\_ON) 放在变形补偿建立程序行之前。

d) 使能路径补偿关闭指令为:

(G100P152L131\_ENTRANS\_OFF), 单独一行, 括弧内禁止出现空格。一般将 (G100P152L131\_ENTRANS\_OFF) 放在变形补偿取消程序行之前。

e) 使能路径补偿开启时各轴模态必须到位。比如 AC 五轴机床, 使用 G43.4, 则要求 X、Y、Z、A、C 模态在(G100P152L131\_ENTRANS\_ON)指令行之后的首个移动行之之前(含该移动行)必须已全部指定; 比如 AC 或 BC 多轴机床, 使用 G43.5, 则要求 X、Y、Z、TX、TY、TZ 模态在(G100P152L131\_ENTRANS\_ON)指令行之后的首个移动行之之前(含该移动行)必须已全部指定。

f) 在 G43.4 或 G43.5 指令行开始才启动记录各轴模态是否到位, 也就是说, 在 G43.4 或 G43.5 指令行之之前, 不会进行各轴模态是否到位的记录, 但指定的轴模态会被原样保留输出到目标加工路径子程序中, 不会影响到用户编程指定的初始轴定位需要。因此, 在 G43.4 或 G43.5 指令行开始到(G100P152L131\_ENTRANS\_ON)指令行之后的首个移动行, 各轴模态需要被指定, 以确保使能路径补偿开启时各轴模态到位。

g) 在以下三个条件同时满足, 补偿才生效。G43.4 或 G43.5 已建立; (G100P152L131\_ENTRANS\_ON)已指定。

### 3) 程序头和程序尾的程序格式示例

a) 示例 1: 使用 G43.4, M590P1L1, G41.2。程序头与程序尾的格式如图 7-4、7-5:

```

1 %
2 O201
3 |
4 G90
5 GOXOYOAOCO
6 M590P1L1
7 G43.4000H1
8 GOX-37.2667Y-47.0401Z-110.2543A-90C140.8306M8
9 (G100P152L131_ENTRANS_ON)
10 X-31.2664Y-39.6749
11 N100G1X-30.9506Y-39.2873F185.6000
12 G41.2000D1X-31.5278Y-38.8170Z-109.5867F618.5000
13 X-31.1326Y-39.1386Z-109.0185C141.4146F1237

```

图 7-4 程序头

```

1 O201
2 |
3 G90
4 GOXOYOAOCO
5 G43.5000Z32.5094H1
6 GOX-0.0060Y-32.6618Z-26.5670TX-1.8256TY-9999.8365TZ57.1622M8
7 (G100P152L131_ENTRANS_ON)
8 X-0.0042Y-23.1619Z-26.6213
9 N100G1X-0.0041Y-22.6619Z-26.6242F900.3000
10 X0.4128Y-22.6582TX182.1486TY-9998.1776TZ57.1621F6002.3000
11 X0.8296Y-22.6467TX366.0598TY-9993.1343TZ57.1622

```

图 7-5 程序尾

b) 示例 2: 使用 G43.5。程序头与程序尾的格式如图 7-6、7-7:

```

154 X31.0939Y-39.1637Z-41.4467C218.3385
155 X31.2386Y-39.0431Z-40.8428C218.5542
156 G40X31.9852Y-38.4481Z-41.1406F618.5000
157 (G100P152L131_ENTRANS_OFF)
158 GOX38.2177Y-46.2683
159 M99
160 %

```

图 7-6 程序头

```

10952 X-15.9760Y-16.1010Z-30.8386TX-7043.3824TY-7098.4852TZ47.6676
10953 X-16.2440Y-15.8306TX-7161.5298TY-6979.2707TZ47.6676
10954 X-16.2437Y-15.8282Z-30.4413TX-7161.9940TY-6978.7943TZ47.6602
10955 (G100P152L131_ENTRANS_OFF)
10956 GOX-23.4057Y-22.8070Z-30.3936
10957 M590P1L1
10958 G49
10959 M99
10960 %

```

图 7-7 程序尾

## 2、目标加工路径子程序格式

### 1) 子程序基本要求

- a) 程序号范围: 1~6999。
- b) 初始时空路径。

### 2) 程序格式示例

a) 示例 1: 初始空程序, 如图 7-8:

```

1 %
2 O212
3 |
4 M99
5 %

```

图 7-8 初始空程序

## 3、变形补偿数据

### 1) 基础数据的记录和维护

a) 使用 G100 P150 功能类进行变形补偿数据的记录和维护。

b) 必须记录 3 维数据点, 第 1 维为点位置 X, 第 2 维为点位置 Y, 第 3 维为点位置 Z。

### 2) 构面点阵的组织和维护

a) 使用 G100 P152 功能类进行实际面和理论面构面点阵的组织和维护。

### 3) 定义构面点阵的程序及示例

a) 相关指令集使用请参考《外部功能使用说明》的 G100 P152 功能类。

b) 相关程序请参考提供的程序模板样例 TSK 文件。

## 4、变形补偿计算

### 1) 准备指令及参数说明

a) 指令

[功能]: 准备曲面变形补偿变换多轴加工路径

[指令]: G100 P152 L130 C\_ A\_ B\_ H\_ E\_

[输入]:

C\_ 校正补偿方法, 2: 实际面相对理论面偏差校正补偿

A\_ 实际面的构面点阵编号, 范围为[1 -> 2] 实际面的构面点阵数据点格式要求: 3 维数据点,

第 1 维为点位置 X，第 2 维为点位置 Y，第 3 维为点位置 Z

B\_ 理论面的构面点阵编号，范围为[1 -> 2] 理论面的构面点阵数据点格式要求：3 维数据点，第 1 维为点位置 X，第 2 维为点位置 Y，第 3 维为点位置 Z

H\_ 实际面的蒙面方向是否周期闭合，0:不闭合，1:闭合，选择闭合需保证第一行和最后一行的点数据相同，空时默认不闭合

E\_ 理论面的蒙面方向是否周期闭合，0:不闭合，1:闭合，选择闭合需保证第一行和最后一行的点数据相同，空时默认不闭合

## 2) 运行指令及参数说明

### a) 指令

[功能]:运行曲面变形补偿变换多轴加工路径

[指令]:G100 P152 L131 S\_ T\_ U\_ V\_ W\_ Y\_

[输入]:

S\_ 原始加工路径子程序的程序号，范围为 [1 -> 6999]

T\_ 目标加工路径子程序的程序号，范围为 [1 -> 6999]

U\_ 路径段离散最大步长，范围为[0.1 -> 1.0]，空时默认为 0.5

V\_ 路径段离散弦高误差，范围为[0.0001 -> 0.01]，空时默认为 0.0005

W\_ 路径段离散角度误差，范围为[0.1 -> 10.0]，空时默认为 1.0

## 第二节 软件使用

目前 ,SurfMill 新版本中支持曲面变形补偿功能输出，下列以鸡蛋加工为例，详细介绍一下整个流程。

### 一、创建测量点

在鸡蛋表面创建若干测量点，等分点下支持自定义排序方式，如图 7-9 所示：

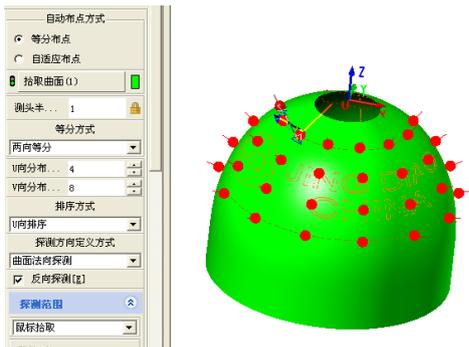


图 7-9 创建测量点

Y\_ 轴向补偿是否反向偏置，0:正/负偏差沿刀轴方向的正/负向进行偏置，

1:正/负偏差沿刀轴方向的负/正向进行偏置，空时默认为 0

[输出]:

#251 路径点轴向补偿调整的偏差区间的上限值

#252 路径点轴向补偿调整的偏差区间的下限值

#253 使用上限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标

#254 使用上限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标

#255 使用上限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标

#256 使用下限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标

#257 使用下限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标

#258 使用下限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标

b) 在一个准备指令之后，可以连续多个运行指令，以完成多条加工路径的相同补偿计算。

### 3) 变形补偿计算的程序及示例

a) 相关指令集使用请参考《外部功能使用说明》的 G100 P152 功能类。

b) 相关程序请参考提供的程序模板样例 TSK 文件。

## 二、标记测量点

对测量点进行标记，所有测量点的测量方向标记为“曲面探测”，每行的编号起始与终止点标记为“曲面每行起点”或“曲面每行末点”，如图 7-10：

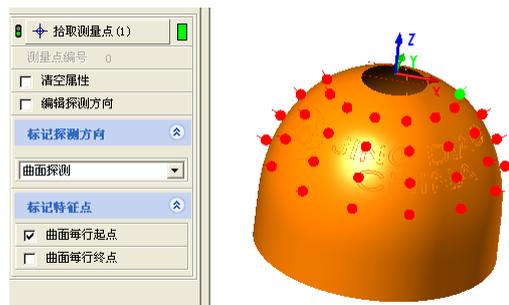


图 7-10 标记测量点

## 三、路径参数设置

进入路径参数设置界面，选择“曲面测量”，在测量补偿子选项中勾选“曲面测量”，如图 7-11：

| 测量补偿         |                                     |
|--------------|-------------------------------------|
| 单点测量结果选择 (U) | 测头半径+标定补偿量                          |
| 路径跟随偏置 (O)   | <input type="checkbox"/>            |
| 曲面测量         | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 曲线测量         | <input type="checkbox"/>            |

图 7-11 勾选“曲面测量”

在曲面测量补偿子选项中，设置相应的参数，校正方式选择“实际面相对理论面偏差校正”选项(形变误差面校正补偿主要用于三轴曲面补偿功能)，如图 7-12：

| 曲面测量补偿                                     |                                     |
|--------------------------------------------|-------------------------------------|
| 曲面补偿校正方式                                   | 实际面相对理论面偏差校正                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> 输出理论数据 | 形变误差面校正补偿                           |
| 更新实际曲面数据                                   | 实际面相对理论面偏差校正                        |
| 实际曲面是否周期...                                | <input type="checkbox"/>            |
| 更新理论曲面数据                                   | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 理论曲面是否周期...                                | <input type="checkbox"/>            |
| 路径离散弦高误差                                   | 0.0005                              |
| 路径离散角度误差                                   | 1                                   |
| 路径离散最大步长                                   | 0.5                                 |
| 变化容差下限                                     | 2                                   |
| 变化容差上限                                     | 2                                   |
| 保存数据组号 (S)                                 | 1                                   |

图 7-12 实际面相对理论面偏差校正

同时设置五轴曲线加工路径，在测量补偿选项中勾选“曲面测量”选项，如图 7-13：

| 测量补偿                                     |                                     |
|------------------------------------------|-------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 曲面测量 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 使用数据组号                                   | 1                                   |
| 曲线测量                                     | <input type="checkbox"/>            |

图 7-13 勾选“曲面测量”

路径参数设置完成后，同时输出。

# 50系统多轴测量补偿加工说明

## 目 录

---

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 第一节 多轴定位补偿 .....   | 102 |
| 一、操作流程.....        | 102 |
| 二、案例分析.....        | 102 |
| 1、确定工艺方案.....      | 102 |
| 2、生成测量点与测量路径 ..... | 102 |
| 3、合并路径 .....       | 104 |
| 第二节 多轴曲线补偿 .....   | 106 |
| 一、程序结构.....        | 106 |
| 1、原始加工路径子程序格式..... | 106 |
| 2、目标加工路径子程序格式..... | 108 |
| 3、参考几何曲线.....      | 108 |
| 4、变形补偿数据.....      | 108 |
| 5、变形补偿计算.....      | 109 |
| 二、软件使用.....        | 110 |
| 1、创建测量点.....       | 110 |
| 2、测量点参数设置.....     | 112 |
| 3、测量路径生成.....      | 113 |

## 第一节 多轴定位补偿

### 一、操作流程

多轴定位补偿加工操作流程主要的技术难点在于：如何安排最优化的探测工艺；如何简单快捷地生成测量路径。

- 1、了解需要加工产品的具体加工要求（包括尺寸精度要求、加工效率要求等），理解采用在机测量补偿的目的性，并理性地分析该功能在具体加工过程中的适用性。
- 2、根据加工产品的几何特征与加工要求，制定可靠的探测补偿方案，包括探针选取、补偿方式，测量点个数与探测顺序的设置等。
- 3、通过 Surfmill7.0 编程软件生成测量路径，根据实际加工需求测量路径可能包括下面几个部分：

1) C 轴角度测量：两个 Z 向测量点测量更新 A 轴角度，两个同向的 X、Y 向测量点测量更新 C 轴角度。其中，测量计算补偿算法需在主程序中手动添加。

2) 工件变形测量：在转轴角度校正后类似三轴测量方式测量更新工件中心、角度、轮廓或曲面。当转轴角度补偿量较大时需要根据转轴角度补偿量调整后续的测量点位置，防止定位点错误产生干涉。

### 二、案例分析

如下图 8-1 所示为经典的一款手机壳模型，需要对外轮廓加工倒角并对电源孔进行扩孔并倒角。

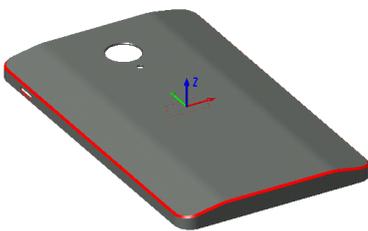


图8-1 产品模型

#### 1、确定工艺方案

由产品的几何特征可知，工件需要在 A0 度和 A90 度分别进行定位测量补偿加工。该例是在小五轴机床上使用 D1mm 柱形探针测量。

A0 度加工顶部外边框倒角：先更新 A、C 轴角度使转轴摆正，然后更新工件中心，最后更新工件轮廓高度和 XY 轮廓。为保证测量数据准确，XY 轮廓测量点跟随 Z 轮廓测量点调整。

A90 度加工电源孔：先更新 A、C 轴角度使工件摆正。如工件外形标准，可省去 A 轴或 C 轴测量，在 A0 度摆正后相对旋转 90 度即可。转轴摆正后对电源孔进行找正。

#### 2、生成测量点与测量路径

##### 1) 提取辅助曲线和辅助点。

如下图 8-2 所示，在 Surfmill7.0 软件中打开模型，将模型旋转至 0 度后聚中。分别提取倒角面上边界线和下边界线，在适当位置绘制辅助点（后续生成测量点时方便拾取）。新建图层将曲面模型复制至新建图层，旋转 90 度使电源孔转至水平，聚中后提取电源孔边界线和手机壳下边界线，同样绘制辅助点，如图 8-2。

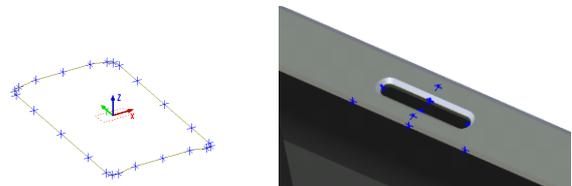


图8-2 创建辅助点

##### 2) 绘制测量点生成探测路径

##### ● A 轴 0 度时补偿加工工件外轮廓倒角。

a) 如下图 8-3 所示绘制更新 A、C 轴角度测量点，生成路径进行测量。

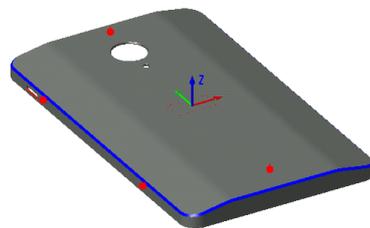
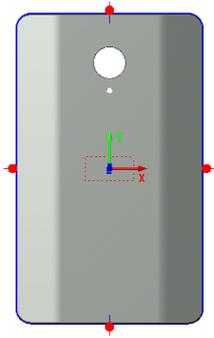


图8-3 更新A、C轴角度测量点

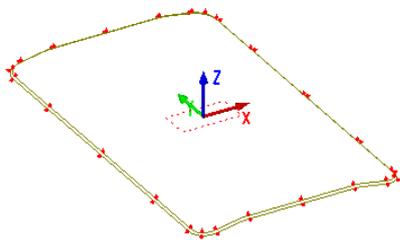
b) 如下图 8-4 所示绘制更新工件中心测量点，生成测量路径补偿工件中心 XY。



| 中心补偿                                        |                                     |
|---------------------------------------------|-------------------------------------|
| 中心测量方式                                      | 补偿测量                                |
| <input type="checkbox"/> 参考图形               | 矩形                                  |
| <input type="checkbox"/> 自动识别起末点 (A)        | <input type="checkbox"/>            |
| <input checked="" type="checkbox"/> 拾取中心点坐标 | 0, 0, 0                             |
| <input type="checkbox"/> 中心测量补偿             | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> 保存数据组号 (S)         | 1                                   |
| <input type="checkbox"/> 中心X                | <input checked="" type="checkbox"/> |
| X最大变形量                                      | 3                                   |
| <input type="checkbox"/> 中心Y                | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Y最大变形量                                      | 3                                   |
| 中心Z                                         | <input type="checkbox"/>            |
| 测量结果输出                                      | <input type="checkbox"/>            |

图8-4 更新工件中心

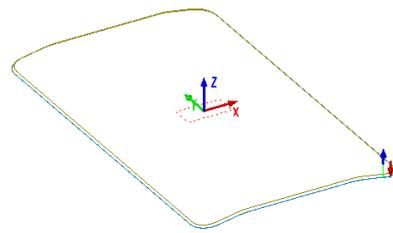
c) 如下图 8-5 所示，绘制更新工件轮廓测量点，生成测量路径补偿工件轮廓。XY 测量点跟随 Z 测量点调整。



| 轮廓补偿                                       |                                     |
|--------------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 轮廓测量方式            | 轮廓补偿                                |
| <input type="checkbox"/> 使用同路径的...         | <input type="checkbox"/>            |
| <input checked="" type="checkbox"/> 清除全部曲线 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> 基线创建方式            | 指定基线位置                              |
| <input type="checkbox"/> 基准曲线名称 (Q)        | profile.dxf                         |
| <input type="checkbox"/> 基线保存编号            | 1                                   |
| <input type="checkbox"/> 轮廓测量补偿            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3D轮廓                                       | <input type="checkbox"/>            |
| <input type="checkbox"/> 开启轮廓XY...         | <input checked="" type="checkbox"/> |
| XY最大变形 (X)                                 | 3                                   |
| <input type="checkbox"/> 开启轮廓Z...          | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Z最大变形 (Z)                                  | 3                                   |
| <input type="checkbox"/> 自动识别起末点 (A)       | <input type="checkbox"/>            |
| <input type="checkbox"/> 预处理n补偿            | <input type="checkbox"/>            |

图8-5更新工件轮廓

d) 如下图 8-6 所示，生成加工路径，选择中心、轮廓补偿。



| 测量补偿                              |                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 统一数据使用组号                          | <input type="checkbox"/>            |
| 角度测量 (G)                          | <input type="checkbox"/>            |
| <input type="checkbox"/> 中心测量 (X) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 中心X                               | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 中心Y                               | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 中心Z                               | <input type="checkbox"/>            |
| 使用数据组号                            | 1                                   |
| 3D测量 (H)                          | <input type="checkbox"/>            |
| <input type="checkbox"/> 轮廓测量 (F) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 使用数据组号                            | 1                                   |
| 尺寸测量 (S)                          | <input type="checkbox"/>            |
| 曲线测量                              | <input type="checkbox"/>            |
| 平面测量                              | <input type="checkbox"/>            |

图8-6加工路径

- A 轴旋转至 90 度时，补偿加工工件电源孔需要先更新 A、C 轴角度，如工件外形标准可以在上一步更新转轴角度的基础上相对旋转 90 度即可。然后更新电源孔中心 Z、XY，因为电源孔尺寸较小，需要在更新原点 Z 后在外壁先测量一个点，做为基准调整测量点位置后测量电源孔中心 XY，避免干涉。

a) 如下图 8-7 所示测量工件 A、C 轴角度。

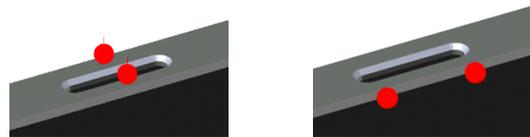


图8-7 更新A、C轴角度

b) 如下图 8-8 所示，测量更新原点 Z。

c) 以 Z 向测量点为基准调整测量点高度，如下图 8-9 所示，在工件外侧壁 Y 轴正向测量一点。

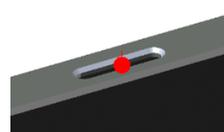


图8-8 更新原点Z

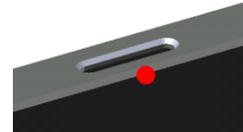


图8-9 Y向测量工件侧壁

d) 根据上一步测量结果和理论值的偏差值平移测量 Y 点坐标，如下图 8-10 所示，测量工件原点 Y。

e) 根据上一步测得的 Y 偏差值平移测量点 Y 坐标，如下图 8-11 所示测量原点 X。

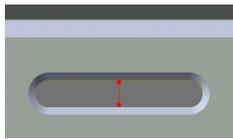


图8-10 测量原点Y



图8-11 测量原点X

f) 输出相应测量点及路径

### 3、合并路径

1) 打开 En3d8 软件，导入 Surfmill7.0 输出的测量加工路径，如下图 8-12 所示。为使程序条理清晰，可以先对路径重新进行命名。

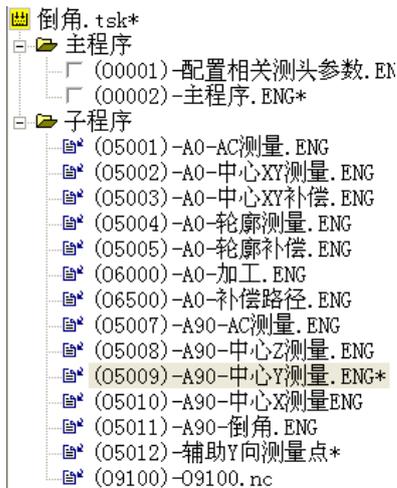


图8-12 路径重新命名

如下图 8-13、8-14 所示，添加代码计算工件在 A0 角度下 A、C 轴角度偏差。

```

;-----XY向探测 角度-0.000(
G0Z10
X-63.5000Y-54
Z-6.5260
M19 P[#1290 + [0.0000]]
G65 P9100 X[1. * #230] R[#1285
IF[#260 NE 1] GOTO999
#263 = #263 + #1285 + #1280
G100 P150 L25 Q4 X#261 Y#262 Z#
#503=#261
;-----XY向探测 角度-0.000(
G0Z10
Y54
Z-6.5260
M19 P[#1290 + [0.0000]]
G65 P9100 X[1. * #230] R[#1285
IF[#260 NE 1] GOTO999
#263 = #263 + #1285 + #1280
G100 P150 L25 Q3 X#261 Y#262 Z#
#504=#261
;C轴角度计算
#702=ATAN[#504-#503]/[[54+54]]

```

图 8-13 计算 C 轴偏差

```

;-----Z向探测 1-----
G0Z3
G65 P9100 Z[-1. * #230] R[#1285 + #128
IF[#260 NE 1] GOTO999
#263 = #263 + #1285 + #1280
G100 P150 L25 Q1 X#261 Y#262 Z#263 (测
#1 = #263
#500 = #1 + #500
#501=#263
;-----Z向探测 2-----
G0Z10
Y-84.0359
Z3
G65 P9100 Z[-1. * #230] R[#1285 + #128
IF[#260 NE 1] GOTO999
#263 = #263 + #1285 + #1280
G100 P150 L25 Q2 X#261 Y#262 Z#263 (测
#1 = #263
#500 = #1 + #500
#502=#263
;A轴角度计算
#701=ATAN[#501-#502]/[88.5938+84.0359]

```

图8-14 计算A轴角度偏差

如下图 8-15 所示，定位到安全位置，根据计算出的转轴角度偏差将转轴摆正。

```

G91G28Z0 ;抬高到安全高度
G90G0A[-#701];A轴摆正
M111P[-#702];C轴摆正(分度转台-小五轴转台)

```

图8-15 转轴摆正

2) 如下图 8-16 所示，测量工件中心 XY，并跟随测量外边框轮廓，然后补偿加工路径。

```

G100 P150 L10 (清空全部测量数据)
M98 P5002;A0-工件中心XY测量
G91G28Z0
M98 P5003;A0-工件中心XY偏差值计算

G100 P155 L10 (清空全部曲线)
G100 P150 L10 (清空全部测量数据)
G52 X#501 Y#502 Z0;根据中心测量偏差平移坐标系
M98 P5004;测量工件轮廓
G52 X0 Y0 Z0
G53Z0
G49
G91G28Z0
G104 P#1296 L#1298
M14 (关闭测头)
M19
M98 P5005;轮廓补偿变换

```

图8-16 测量补偿工件中心轮廓

如下图 8-17 所示，指定基准曲线存储位置。

```

26 #10 = 1
27 G100 P155 L50 Q#10
28 IF[#280 EQ 1] GOTO10
29 G100 P155 L31 Q#10 (D:\S1.dxf)

```

图8-17 编辑基准曲线存储位置

如下图 8-18 所示，根据工件中心测量结果平移坐标系，在平移后的坐标系下调用轮廓补偿变换后的加工路径进行加工。

```
T2M6
(TOOL NAME :[大头刀]JD-90-0.20-6.00)
(TOP DIAMETER :0)
G90G40G49G54G17
S12000M3M9
G52 X#501 Y#502 Z0;根据中心测量偏差平移坐标系
M98 P6500;调用轮廓补偿变换后的路径
G52 X0 Y0 Z0
G91G28Z0
M5
M1
```

图8-18 调用加工路径

如下图 8-19、8-20 所示，添加代码使转轴转至 A90，测量工件 A、C 轴角度偏差（如工件外形标准可在 A0 摆正后的基础上相对旋转 90 度即可，可省去 A、C 轴角度偏差测量）。

```
;-----Z向探测 1-----
G0Z63
G65 P9100 Z[-1. * #230] R[#1285 + #
IF[#260 NE 1] GOTO999
#263 = #263 + #1285 + #1280
G100 P150 L25 Q61 X#261 Y#262 Z#263
#1 = #263
#500 = #1 + #500
#505=#263
;-----Z向探测 2-----
G0Z68.5000
Y-11.2350
Z63
G65 P9100 Z[-1. * #230] R[#1285 + #
IF[#260 NE 1] GOTO999
#263 = #263 + #1285 + #1280
G100 P150 L25 Q62 X#261 Y#262 Z#263
#1 = #263
#500 = #1 + #500
#506=#263
;A轴角度计算
#703=ATAN[#505-#506]/[11.235-6.653]
```

图8-19 计算A轴角度偏差

```
;-----XY向探测 角度90.0000----
G0Z68.5000
X-74.1501Y-15.5000
Z58.5000
M19 P[#1290 + [-90.0000]]
G65 P9100 Y[1. * #230] R[#1285 + #1
IF[#260 NE 1] GOTO999
#263 = #263 + #1285 + #1280
G100 P150 L25 Q63 X#261 Y#262 Z#263
#507=#262
;-----XY向探测 角度90.0000----
G0Z68.5000
X-64.6540
Z58.5000
M19 P[#1290 + [-90.0000]]
G65 P9100 Y[1. * #230] R[#1285 + #1
IF[#260 NE 1] GOTO999
#263 = #263 + #1285 + #1280
G100 P150 L25 Q64 X#261 Y#262 Z#263
#508=#262
;C轴角度计算
#704=ATAN[#508-#507]/[74.15-64.654]
```

图8-20 计算C轴角度偏差

如下图 8-21 所示，测量工件原点 Z，将 Z 向测量结果减去理论值保存，用于调整后续测量点定位高度。

```
;-----Z向探测 1-----
G0Z63
G65 P9100 Z[-1. * #230] R[#1285
IF[#260 NE 1] GOTO999
#263 = #263 + #1285 + #1280
G100 P150 L25 Q62 X#261 Y#262 Z
#1 = #263
#500 = #1 + #500
#509=[#263-0]
```

图8-21 测量工件原点Z

一点测量电源孔外壁 Y，如下图 8-22 所示，计算测量结果和理论值偏差。

```
G90
X-69.3750Y-15.5000
G43Z60.5000H1
;-----XY向探测 角度
G0Z58.5000
M19 P[#1290 + [-90.0000]]
G65 P9100 Y[1. * #230] R
IF[#260 NE 1] GOTO999
#263 = #263 + #1285 + #1
G100 P150 L25 Q65 X#261
#512=#262-[-12]
```

图3-22 辅助测量点

如下图 8-23 所示，根据上一步测量结果调整测量点位置，使用两点测量电源孔原点 Y。并根据实际原点 Y 测量结果调整测量点位置测量工件原点 X，如图 8-24。

```
X-69.3750Y[-9.12500+#512]
G43Z70.0300H1
;-----探测四边形上壁 顺I
G0Z[58.5300+#509]
M19 P[#1290 + [-90.0000]]
G65 P9100 Y[1. * #230] R[#1285
IF[#260 NE 1] GOTO999
#263 = #263 + #1285 + #1280
G100 P150 L25 Q57 X#261 Y#262
#510=#262
;-----探测四边形下壁 顺I
G0Z[68.0300+#509]
Z58.5300
M19 P[#1290 + [90.0000]]
G65 P9100 Y[-1. * #230] R[#1285
IF[#260 NE 1] GOTO999
#263 = #263 + #1285 + #1280
G100 P150 L25 Q58 X#261 Y#262
#511=#262
#705=[#510+#511]/2;工件原点Y
```

图8-23 测量工件原点Y

```
X-71.5000Y[-9.1250+#705]
G43Z70.0300H1
;-----探测四边形左壁 顺序1-----
G0Z58.5300
M19 P[#1290 + [180.0000]]
G65 P9100 X[-1. * #230] R[#1285 + #1]
IF[#260 NE 1] GOTO999
#263 = #263 + #1285 + #1280
G100 P150 L25 Q59 X#261 Y#262 Z#263

;-----探测四边形右壁 顺序1-----
G0Z68.0300
X-67.2500
Z58.5300
M19 P[#1290 + [-0.0000]]
G65 P9100 X[1. * #230] R[#1285 + #1]
IF[#260 NE 1] GOTO999
#263 = #263 + #1285 + #1280
G100 P150 L25 Q60 X#261 Y#262 Z#263
```

图8-24 测量工件原点X

如下图 8-25 所示,平移坐标系补偿加工路径。

```
T2M6
(TOOL NAME :[大头]
(TOP DIAMETER :0)
G90G40G49G54G17
S12000M3M9
G52X#706Y#705Z#509
M98 P5011
G52X0Y0Z0
G91G28Z0
M5
M30
```

图8-25 调用加工路径

进入加工环境,运行程序,第一次试加工请手轮试切。

## 第二节 多轴曲线补偿

### 一、程序结构

#### 1、原始加工路径子程序格式

##### 1) 子程序基本要求

- 程序号范围：1~6999。
- 尽量为单纯的一条加工路径，不支持宏程序。
- 禁止出现的指令：

G27、G28、G29、G30、G31、G37、G52、G53、G92、G92.1、G54~G59、G54.1P\_、G54.4P\_、G94、G95、G61~G64、G51、G50.1、G51.1、G68、G68.2、G68.4、G100、G104

##### 2) 子程序特殊要求

- 必须明确指定并使用 G90 绝对坐标编程，禁止使用 G91 增量坐标编程。
- 必须使用 G43.4 刀具中心点控制（类型 1）或 G43.5 刀具中心点控制（类型 2），禁止使用 G43、G44 等其它刀具长度补偿类型。
- 必须使用 3D 刀具半径补偿，采用 NX\_NY\_NZ 指定半径补偿方向，禁止使用其它刀具半径补偿类型。
- 使能路径补偿开启指令为：(G100P152L181\_ENTRANS\_ON)，单独一行，括弧内禁止出现空格。一般将(G100P152L181\_ENTRANS\_ON)放在 3D 刀具半径补偿建立程序行之前。
- 使能路径补偿关闭指令为：(G100P152L181\_ENTRANS\_OFF)，单独一行，括弧内禁止出现空格。一般将(G100P152L181\_ENTRANS\_OFF)放在 3D 刀具半径补偿取消程序行之后。
- 使能路径补偿开启时各轴模态必须到位。比如 AC 五轴机床，使用 G43.4，则要求 X、Y、Z、A、C 模态在(G100P152L181\_ENTRANS\_ON)指令行之后的首个移动行之前（含该移动行）必须已全部指定；比如 AC 或 BC 多轴机床，使用 G43.5，则要求 X、Y、Z、TX、TY、TZ 模态在(G100P152L181\_ENTRANS\_ON)指令行之后的首个移动行之前（含该移动行）必须已全部指定。
- 在 G43.4 或 G43.5 指令行开始才启动记录各轴模态是否到位，也就是说，在 G43.4 或 G43.5 指令行之前，不会进行各轴模态是否到位的记录，但指定的轴模态会被原样保留输出到目标加工路径子程序中，不会影响到用户编程指定的初始轴定位需要。因此，在 G43.4 或 G43.5 指令行开始到(G100P152L181\_ENTRANS\_ON)指令行之后的首个移动行，各轴模态需要被指定，以确保使能路径补偿开启时各轴模态到位。

- 在以下三个条件同时满足，补偿才生效。

G43.4 或 G43.5 已建立；  
 (G100P152L181\_ENTRANS\_ON)已指定；  
 3D 刀具半径补偿已建立。

3) 程序头和程序尾的程序格式示例：

a) 示例 1：使用 G43.4，M590P1L1。程序头与程序尾格式如图 8-26、8-27 所示：

```

1 %
2 O201
3 |
4 G90
5 GOXOYOAOC0
6 M590P1L1
7 G43.4000H1
8 GOX-39.8995Y32.8312Z8AOC0
9 Z-1.5000
10 N100G1Z-2F55.7000
11 (G100P152L181_ENTRANS_ON)
12 G41.2000D1X-36.4645Y36.4645NX10000NY-0.0084NZ0.0287F185.6000
13 X-36.2718Y36.6683
14 X-36.0908Y36.8826

```

图 8-26 程序头

```

474 X-36.2718Y43.3317
475 X-36.4645Y43.5355
476 G40X-39.8994Y47.1688
477 (G100P152L181_ENTRANS_OFF)
478 GOX-39.8995Z8
479 M99
480 %

```

图 8-27 程序尾

b) 示例 2：使用 G43.5，M590P1L1。程序头与程序尾格式如图 8-28、8-29 所示：

```

1 %
2 O202
3 |
4 G90
5 GOXOYOAOC0
6 M590P1L1
7 G43.5000H1
8 GOX-39.8995Y32.8312Z8TXOTY-OTZ10000
9 Z-1.5000
10 N100G1Z-2F55.7000
11 (G100P152L181_ENTRANS_ON)
12 G41.6000D1X-36.4645Y36.4645NX10000NY-0.0084NZ0.0287F185.6000
13 X-36.2718Y36.6683
14 X-36.0908Y36.8826

```

图8-28 程序头

```

383 X-36.2718Y43.3317
384 X-36.4645Y43.5355
385 G40X-39.8994Y47.1688
386 (G100P152L181_ENTRANS_OFF)
387 GOX-39.8995Z8
388 M99
389 %

```

图8-29 程序尾

c) 示例 3：使用 G43.4，M590P1L1。程序头与程序尾格式如图 8-30、8-31 所示：

```

1 %
2 O201
3 |
4 G90
5 GOXOYOAOC0
6 M590P1L1
7 G43.4000Z79.0841H3
8 GOX-108.2735Y22.3016Z-51.8552A-70.2574C100.1716
9 X-80.9439Y27.2050Z-61.8201
10 N100G1X-80.4807Y27.2881Z-61.9890F1000
11 (G100P152L181_ENTRANS_ON)
12 G41.2000D3X-80.4841Y27.3802Z-61.9503NX3654.7985NY-1818.0979NZ9128.9084
13 X-80.5517Y29.2229Z-61.1758
14 X-80.5683Y29.6266Z-61.0109
15 X-80.5884Y30.0333Z-60.8543
16 X-80.6121Y30.4430Z-60.7060
17 X-80.6394Y30.8554Z-60.5661
18 X-80.6702Y31.2703Z-60.4347
19 X-80.7045Y31.6875Z-60.3118
20 X-80.7424Y32.1069Z-60.1975
21 X-80.7837Y32.5282Z-60.0918
22 X-80.8100Y32.7903Z-60.0289A-70.2143C99.9874NX3655.5550NY-1827.1375NZ9126.8004
23 X-80.8355Y33.0525Z-59.9661A-70.1712C99.8031NX3656.2887NY-1836.2133NZ9124.6849

```

图8-30 程序头

```

879 X80.8141Y32.8314Z-60.0191A-70.2069C-99.9584NX-3655.7806NY-1828.5646NZ9126.4243
880 X80.7837Y32.5282Z-60.0918A-70.2574C-100.1717NX-3654.7985NY-1818.0981NZ9128.9083
881 X80.7424Y32.1069Z-60.1975
882 X80.7045Y31.6875Z-60.3118
883 X80.6702Y31.2703Z-60.4347
884 X80.6394Y30.8554Z-60.5661
885 X80.6121Y30.4430Z-60.7060
886 X80.5884Y30.0333Z-60.8543
887 X80.5683Y29.6266Z-61.0109
888 X80.5517Y29.2229Z-61.1758
889 X80.4841Y27.3802Z-61.9503
890 G40X80.4807Y27.2881Z-61.9890
891 (G100P152L181_ENTRANS_OFF)
892 GOX108.2735Y22.3016Z-51.8552
893
894 M99
895 %

```

图8-31 程序尾

## 2、目标加工路径子程序格式

- 1) 子程序基本要求 a) 程序号范围：1~6999；b) 初始时空路径。
- 2) 程序格式示例：示例 1：初始空程序，格式如图 8-32 所示：

```

1 %
2 O212
3
4 M99
5 %

```

图8-32 初始空程序

## 3、参考几何曲线

- 1) 曲线数据文件要求
  - a) 仅支持 DXF 文件格式。
  - b) 尽量由 SurfMill 和 EngMaker 软件输出。
- 2) 曲线选用和输出要求
  - a) 选用能反映加工位置变形的模型边界线。比如倒角加工，一般取楞线，比如侧壁加工，一般取侧壁面的上边界线，或下边界线，或中线，或路径计算的多轴曲线基线。
  - b) 必须为单条连续曲线，如果多条同时输出，则只认第一条。
  - c) 支持封闭和非封闭曲线。
  - d) 支持 3D 曲线，比如多轴倒角，一般都为 3D 曲线。
- 3) 加载曲线的程序及示例
  - a) 相关指令集使用请参考《外部功能使用说明》的 G100 P155 功能类。
  - b) 相关程序请参考提供的程序模板样例 TSK 文件。

## 4、变形补偿数据

- 1) 基础数据的记录和维护
  - a) 使用 G100 P150 功能类进行变形补偿数据的记录和维护。
  - b) 必须记录 4 维数据点，第 1 维为点位置 X，第 2 维为点位置 Y，第 3 维为点位置 Z，第 4 维为点误差。一般情况，点位置 XYZ 尽量落在参考几何曲线上，以避免内部采用最近点映射计算方式所存在的一些缺陷。
- 2) 误差线节点点的组织和维护
  - a) 使用 G100 P152 功能类进行误差线节点点的组织和维护。

### 3) 定义误差线节点点列的程序及示例

- a) 相关指令集使用请参考《外部功能使用说明》的 G100 P152 功能类。
- b) 相关程序请参考提供的程序模板样例 TSK 文件。

## 5、变形补偿计算

### 1) 准备指令及参数说明

#### a) 指令

[功能]:准备曲线变形补偿变换多轴加工路径

[指令]:G100 P152 L180 Q\_ R\_ I\_ A\_ J\_ F\_

[输入]:Q\_ 参考几何曲线编号, 范围为[1 -> 24]

R\_ 是否开启径向补偿, 0:关闭, 1:开启

I\_ 径向误差线节点的点列编号, 范围为[1 -> 2], 关闭径向补偿时将被忽略  
径向误差线节点的点列数据点格式要求: 4 维数据点, 第 1 维为点位置 X,  
第 2 维为点位置 Y, 第 3 维为点位置 Z, 第 4 维为点径向误差 DR

A\_ 是否开启轴向补偿, 0:关闭, 1:开启

J\_ 轴向误差线节点的点列编号, 范围为[1 -> 2], 关闭轴向补偿时将被忽略  
轴向误差线节点的点列数据点格式要求: 4 维数据点, 第 1 维为点位置 X,  
第 2 维为点位置 Y, 第 3 维为点位置 Z, 第 4 维为点轴向误差 DA

F\_ 误差线的拟合方式, 0:线性, 1:样条, 空时默认为 0

### 2) 运行指令及参数说明

#### a) 指令

[功能]:运行曲线变形补偿变换多轴加工路径

[指令]:G100 P152 L181 S\_ T\_ U\_ V\_ W\_ D\_ B\_ E\_ K\_ M\_ X\_ Y\_

[输入]:S\_ 原始加工路径子程序的程序号, 范围为[1 -> 6999]

T\_ 目标加工路径子程序的程序号, 范围为[1 -> 6999]

U\_ 路径段离散最大步长, 范围为[0.1 -> 1.0], 空时默认为 0.5

V\_ 路径段离散弦高误差, 范围为[0.0001 -> 0.01], 空时默认为 0.0005

W\_ 路径段离散角度误差, 范围为[0.1 -> 10.0], 空时默认为 1.0

D\_ 是否反转路径点投射方向, 0:投射方向为编程给定方向, 1:投射方向为编程  
给定方向的反方向, 空时默认为 0

B\_ 投射方向上相对路径基点的出发值, 值为有正负的距离量, B 值小于 E 值,  
用于定义路径点投射到参考曲线的平面搜索区域

E\_ 投射方向上相对路径基点的终止值, 值为有正负的距离量, B 值小于 E 值,  
用于定义路径点投射到参考曲线的平面搜索区域

K\_ 刀轴方向上相对路径基点的下限值, 值为有正负的距离量, K 值小于 M 值,  
用于定义路径点投射到参考曲线的平面搜索区域

M\_ 刀轴方向上相对路径基点的上限值, 值为有正负的距离量, K 值小于 M 值,  
用于定义路径点投射到参考曲线的平面搜索区域

X\_ 径向补偿是否反向偏置, 0:正/负偏差沿投射方向的正/负向进行偏置,  
1:正/负偏差沿投射方向的负/正向进行偏置, 空时默认为 0

Y\_ 轴向补偿是否反向偏置, 0:正/负偏差沿刀轴方向的正/负向进行偏置,  
1:正/负偏差沿刀轴方向的负/正向进行偏置, 空时默认为 0

[输出]:#251 路径点径向补偿调整的偏差区间的上限值, 径向没有补偿时#251~#258 为  
空值

#252 路径点径向补偿调整的偏差区间的下限值

- #253 使用径向上限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标
- #254 使用径向上限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标
- #255 使用径向上限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标
- #256 使用径向下限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标
- #257 使用径向下限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标
- #258 使用径向下限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标
- #261 路径点轴向补偿调整的偏差区间的上限值，轴向没有补偿时#261~#268 为空值
- #262 路径点轴向补偿调整的偏差区间的下限值
- #263 使用轴向上限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标
- #264 使用轴向上限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标
- #265 使用轴向上限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标
- #266 使用轴向下限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标
- #267 使用轴向下限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标
- #268 使用轴向下限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标

b) 参数 B\_E\_K\_M\_用于定义路径点投射到参考曲线的平面搜索区域，参数意义示意图如下所示，一般情况下切入起点和切出末点的路径点与参考曲线的距离会大于切割路径部分与参考曲线的距离，因此，参数 B\_E\_K\_M\_取值应以切入位置和切出位置作为参考。

c) 在一个准备指令之后，可以连续多个运行指令，以完成多条加工路径的相同补偿计算。

### 3) 变形补偿计算的程序及示例

相关指令集使用请参考《外部功能使用说明》的 G100 P152 功能类。

相关程序请参考提供的程序模板样例 TSK 文件。

## 二、软件使用

### 1、创建测量点

多轴曲线测量点生成命令在菜单->创建测量点->多轴曲线测量 (如图 8-33 所示)。命令导航栏如图 8-34 所示。



图8-33 多轴曲线测量点生成菜单



图8-34 多轴曲线测量点生成导航栏

下表 8-1 列出主要的多轴曲线测量点的参数说明：

| 生成方式     |        | 说明                      | 备注                |
|----------|--------|-------------------------|-------------------|
| 创建类型     | 轴向和径向  | 同时生成轴向和径向测量点            |                   |
|          | 轴向     | 生成轴向测量点                 |                   |
|          | 径向     | 生成径向测量点                 |                   |
| 拾取曲线     |        | 选择生成测量点依据的曲线            | 曲线上一点对应一个轴向/径向测量点 |
| 拾取轴向探测曲面 |        | 选择轴向探测曲面                | 轴向测量点在此曲面上        |
| 拾取径向探测曲面 |        | 选择径向探测曲面                | 径向测量点在此曲面上        |
| 偏置距离     | 轴向     | 轴向测量点距离曲线上点的距离，有正负      | 当创建类型中有轴向探测时有效    |
|          | 径向     | 径向测量点距离曲线上点的距离，有正负      | 当创建类型中有径向探测时有效    |
| 依据的曲线    | 手动     | 手动在拾取的曲线上选择点            | 同曲线测量点生成方式        |
|          | 自动     | 自动依据距离或者点数在拾取的曲线上生成点    |                   |
| 轴向探测方向   | 曲面法向   | 轴向探测方向为拾取的轴向探测曲面的法向，可反向 | 当创建类型中有轴向探测时有效    |
|          | 自定义    | 自定义选择轴向探测方向             |                   |
| 径向探测方向   | 根据轴向探测 | 径向探测方向由轴向探测方向进行计算，方法如下： | 当创建类型选择轴向和径向探测时有效 |

|      |        |                                                 |                                |
|------|--------|-------------------------------------------------|--------------------------------|
|      | 方向计算   | 径向探测方向为轴向探测方向与拾取的曲线切向的叉乘所得向量（可反向）               |                                |
|      | 曲面法向   | 径向探测方向为拾取的径向探测曲面的法向，可反向                         | 当创建类型中有径向探测，且没有勾选根据轴向探测方向计算时有效 |
|      | 自定义    | 自定义选择径向探测方向                                     |                                |
| 跟随方式 | 轴向跟随径向 | 对应同一个曲线上点的轴向径向点为一个跟随组，轴向点标志为跟随的一级点，径向点标志为跟随的二级点 | 当创建类型选择轴向和径向探测时有效              |
|      | 径向跟随轴向 | 对应同一个曲线上点的轴向径向点为一个跟随组，径向点标志为跟随的一级点，轴向点标志为跟随的二级点 |                                |
|      | 无      |                                                 |                                |

表 8-1 多轴参数设置说明

## 2、测量点参数设置

- 1) 选择创建类型，确定生成轴向点或者径向点，如图 8-35 所示。
- 2) 拾取测量点生成依据的曲线，如图 8-36 所示。
- 3) 拾取轴向或者径向的测量曲面，填写偏置距离，如图 8-37 所示。
- 4) 选择测量点生成方式，如图 8-38 所示。
- 5) 确定探测方向和跟随方式，如图 8-39 所示。
- 6) 点击确定，生成测量点，如图 8-40 所示。



图8-35 创建类型

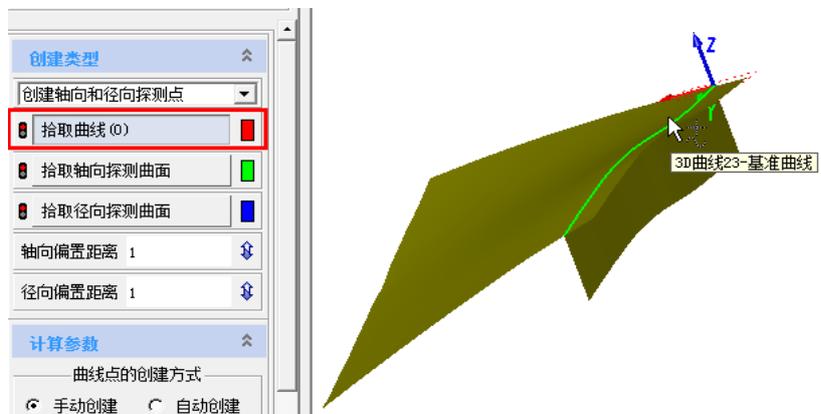


图8-36生成测量点依据的曲线



图8-37选择轴向/径向的探测曲面和偏置距离

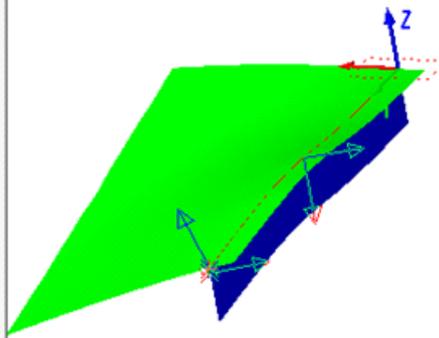


图8-38测量点创建方式



图8-39 选择探测方向和跟随方式

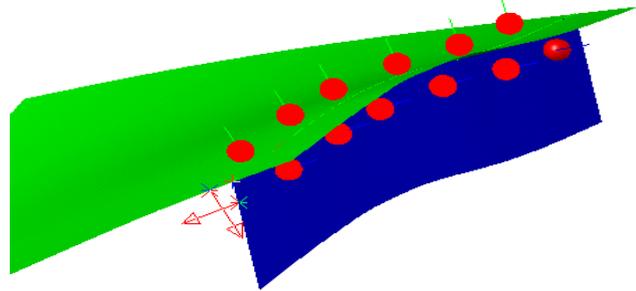


图8-40生成的多轴曲线测量点

### 3、测量路径生成

生成多轴曲线补偿操作步骤如下：

1) 选择曲面测量生成测量路径，在加工参数对话框的测量补偿中，选择曲线测量，如果需要跟随，勾选路径跟随偏置。在曲线测量补偿参数中，填写相关的曲线补偿参数，如图8-41所示。

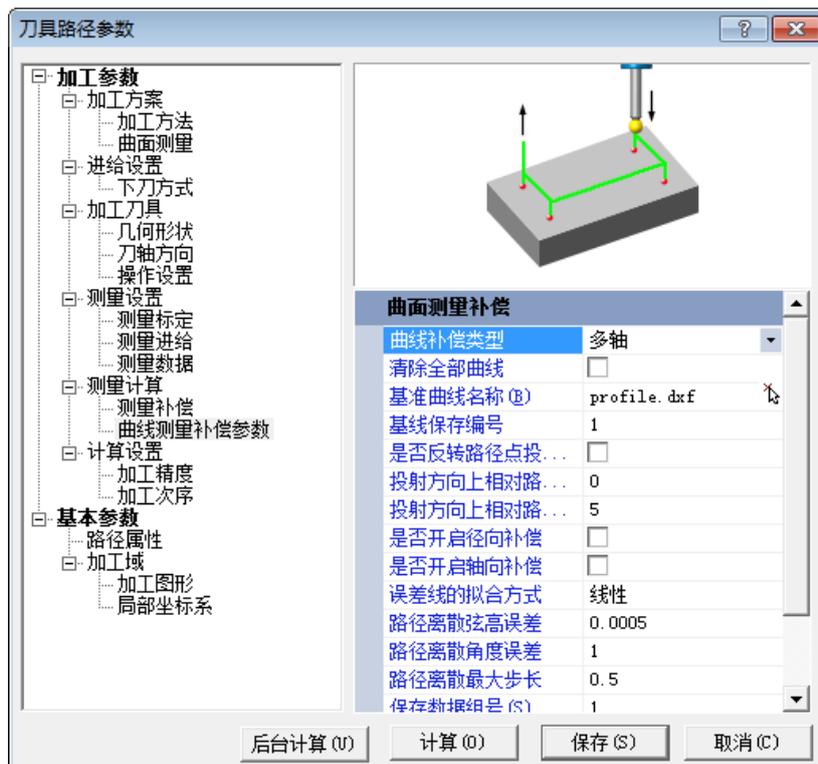
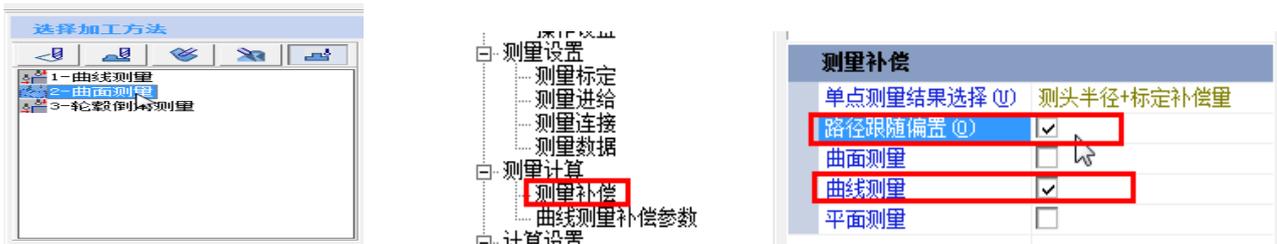


图8-41多轴曲线测量路径参数

2) 在曲面测量界面中选择路径类型，在刀轴方向中选择刀轴控制方式，如图 8-42 和图 8-43 所示。

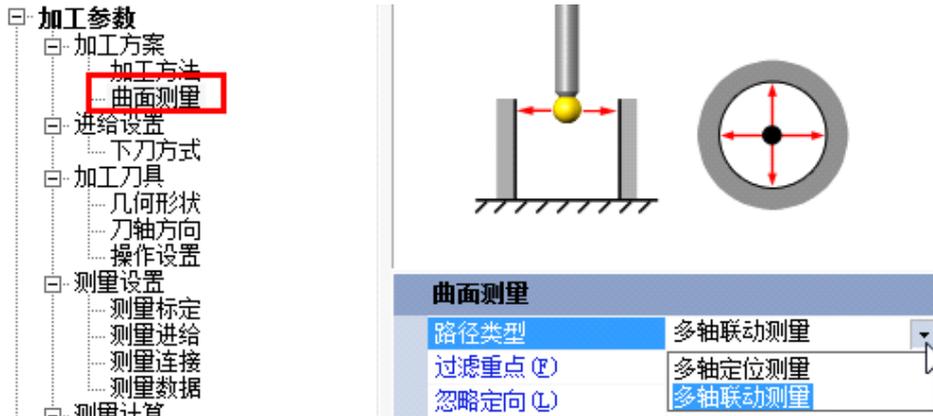
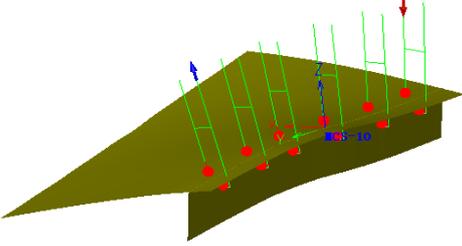
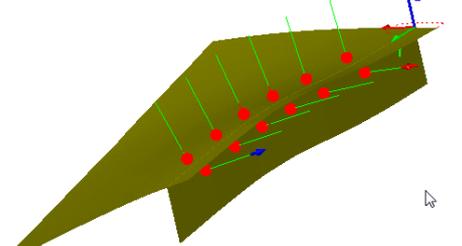


图8-42 路径类型



图8--43刀轴方向

下表 8-2 是不同参数设置生成的路径示例：

| 测量路径参数                                  | 路径示例                                                                                 |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>多轴定位测量，在刀轴为曲面法向时，有路径跟随偏置时生成的测量路径</p> |  |
| <p>多轴定位测量，在刀轴为曲面法向时，无路径跟随偏置时生成的测量路径</p> |  |

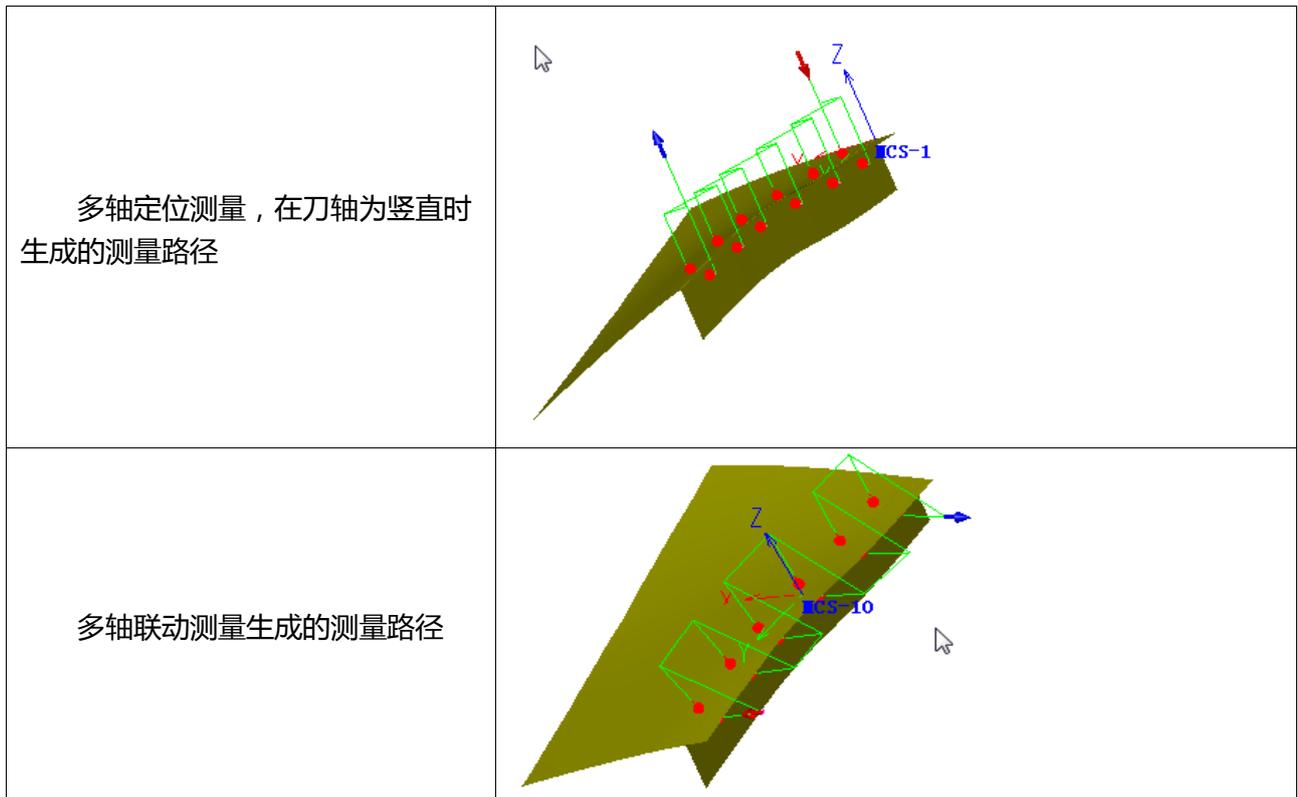


表8-2 不同参数生成测量路径

### 3) 加工路径参数设置

加工路径中要使用多轴曲线补偿，需要在测量补偿参数界面中，勾选曲线测量并填写使用数据组号即可（图 8-44）。支持多轴曲线补偿的加工方法有以下 4 种：轮廓切割、单线切割、五轴曲线加工、倒角加工。



图 8-44 加工路径的多轴曲线补偿

# 在机测量特殊功能应用说明

## 目 录

---

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第一节 轮毂倒角加工 .....        | 117 |
| 一、应用背景 .....            | 117 |
| 二、工艺规划 .....            | 117 |
| 方案一：更新轮毂整体中心、角度 .....   | 117 |
| 方案二：更新轮毂局部中心、角度 .....   | 117 |
| 方案三：更新轮毂局部窗口 Z 变形 ..... | 118 |
| 方案四：更新窗口轮廓变形 .....      | 118 |
| 三、操作步骤 .....            | 118 |
| 四、技术经验 .....            | 120 |
| 第二节 阵列补偿加工 .....        | 121 |
| 一、应用背景 .....            | 121 |
| 二、样例分析 .....            | 121 |
| 第三节 平面倾斜补偿 .....        | 122 |
| 一、程序结构 .....            | 122 |
| 二、软件操作 .....            | 124 |

## 第一节 轮毂倒角加工

### 一、应用背景

如今的轮毂市场中，个性化轮毂的生产已成为该行业的新潮流新趋势，不过高标准的生产要求必定会产生一系列的加工难题。

传统工艺存在的主要问题有：

1)加工辅助时间过长：由于轮毂的应力变形，且对变形程度无法预测，导致在加工过程中会出现每一个轮毂都需要人为调整方位的工步；

2)加工效率低下：加工过程中人工目测对位的时间就占整个加工时间的 1/3，导致产品生产效率和十分低下；

3)操作工要求高：装夹每件产品时都需要进行目测调整，偶尔的操作失误会导致产品报废或者机床损坏，这样会使得操机人员精神疲惫，甚至造成强大的心理压力。

4)产品质量不达标：通过人为手工调整，大致可以让当前客户接受，但产品质量还存在很多问题，如边缘大小不一，产品一致性差等，极大地影响了企业的产品竞争力。

5)产品报废率高：通过目测的调整，存在着一定比例的报废率，这样对企业的成本影响较大。针对以上问题，公司推出了一套成熟的解决方案，于轮毂加工中引入“在线测量补偿技术”，通过接触式测头测量产品，得到的产品实际位置、变形数据，利用补偿技术实时地校正后续的加工路径，完美地解决这些问题，使轮毂加工效益最大化、质量最优化、量产轻松化。

### 二、工艺规划

个性化轮毂的产品形状都存在一定的规律：

1) 圆形轮毂，且大部分轮毂存在中心孔；2) 360度阵列而成的多个小窗口；3) 辐条与窗口依次排列。如下图 9-1 所示。



图 9-1 个性化轮毂的产品

针对不同的产品形状及工艺规划，下面结合产品样例说明一下每套方案的适用范围和原理分析：

### 方案一：更新轮毂整体中心、角度

- 适用范围：该方案适用于轮毂产品本身压铸变形量小，只需校正产品整体的中心角度即可。
- 原理分析：更新整体中心角度的主要目的是校正轮毂装夹误差。

1、整体中心 采用中心孔或者外圈设置 4 个测量点进行计算产品中心 X、Y 偏差（图 9-2）。



图 9-2 更新整体中心示意图

2、整体角度：整体角度的校正分奇数窗口与偶数窗口两种情形：

1) 奇数窗口：在某个窗口上布置两个对称的测量点，求取其中点与原点连线的角度，并与理论值比较采用偏差值更新工件整体角度，如下图 9-3(1)：

2) 偶数窗口：对称两个窗口各探测两个点，求取中点连线的角度，并与理论值比较用偏差值更新工件角度，如下图 9-3(2)：

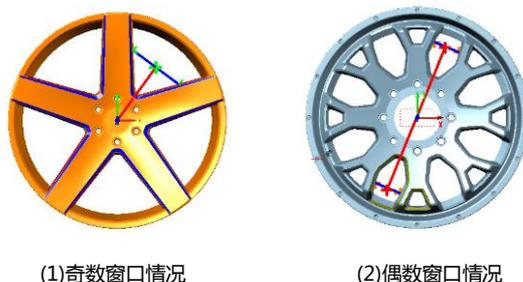


图 9-3 更新整体角度示意图

### 方案二：更新轮毂局部中心、角度

- 适用范围：该方案适用于产品局部变形不规则的情况。
- 原理分析：更新轮廓局部窗口中心角度的目的在于校正每个小窗口的位置偏差。设置测量点位置示意图如图 9-4：

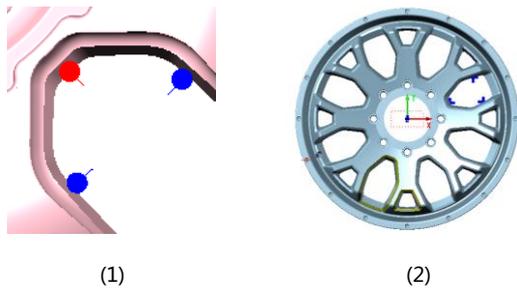


图 9-4 更新局部窗口中心角度

1、局部中心：于每个窗口靠近中心的部位设置 1 个测量点(图 9-4(1)中红色测量点)用于更新局部中心 XY。计算该测量点和原点连成直线的距离，并与理论值进行比较，用差值乘以实际角度的余弦值即为原点 X 偏差值，乘以实际角度的正弦值即为原点 Y 偏差值。

2、局部角度：于每个窗口对称侧壁设置两个测量点(如图 9-4(1)中两个蓝色测量点)，求取其中点与原点连线的实际角度，并与理论值比较得到偏差值，用偏差值更新局部角度。

### 方案三：更新轮毂局部窗口 Z 变形

- 适用范围：该方案适用于轮廓局部窗口 Z 方向存在变形问题，可与方案一、方案二结合使用。
- 原理分析：该方案主要目的是校正轮毂窗口 Z 向变形。对于 Z 向变形较小的轮毂产品，可于每个窗口表面附近平缓处设置一个 Z 向测量点，而当变形量较大时，可与每个窗口两侧设置两个 Z 向测量点(如下图 9-5 中两个黑色测量点)，以其平均值校正 Z 向变形。

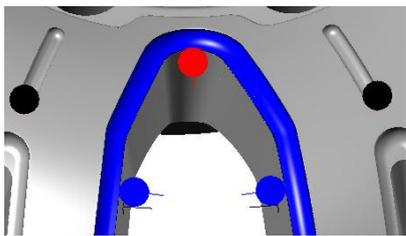


图 9-5 更新局部窗口 Z 向变形示意图

### 方案四：更新窗口轮廓变形

- 适用范围：该方案主要用于轮廓局部窗口变形较大的情况，采用简单的中心角度补偿已经解决不了问题，可与方案一、方案二、方案三结合使用。
- 原理分析：通过在窗口倒角区域的 Z 向与侧向设置测量点，拟合误差曲线，通过与基准

曲线取值比较，从而校正优化加工路径，如下图 9-6 所示：

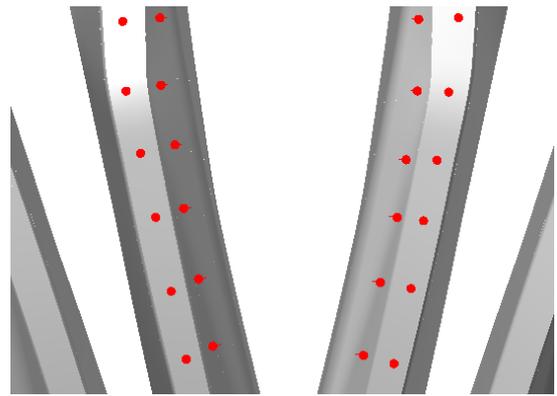


图 9-6 更新轮廓测量点

## 三、操作步骤

目前，SurfMill7.0 中配套轮毂倒角专用功能，具体执行步骤如下：

### 1、提取辅助元素

在 SurfMill7.0 下首先提取相关的辅助元素，主要包括：

- 1)中心孔或外圈轮廓线(用来创建整体中心角度测量点)；
- 2)创建局部窗口测量点的辅助曲线；
- 3)用于创建 Z 向测量点的辅助点。

如下图 9-7 所示。

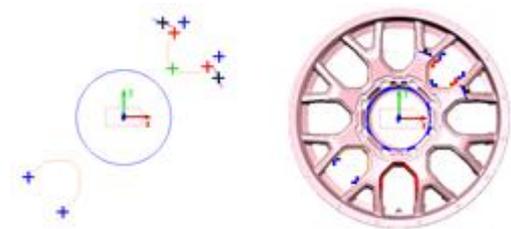


图 9-7 生成辅助线、存在点

### 2、轮廓测量指令

选择菜单栏下在线测量(O)->创建测量点(P)->轮毂测量(W)，图 9-8 所示：进入轮毂测量路径编辑界面。



图 9-8 轮毂测量模块

### 3、更新整体中心

如下图 9-9 所示，在标识特征点下勾选“整体中心 XY[Q]”，程序默认自动等分生成更新整体中心的四个测量点。当生成的测量点不符合要求时可以切换至手动模式，手动绘制更新轮毂整体

中心 XY 的测量点。当方向不正确时选择“反向探测[E]”使测量方向反向，测量点生成后右键确认。

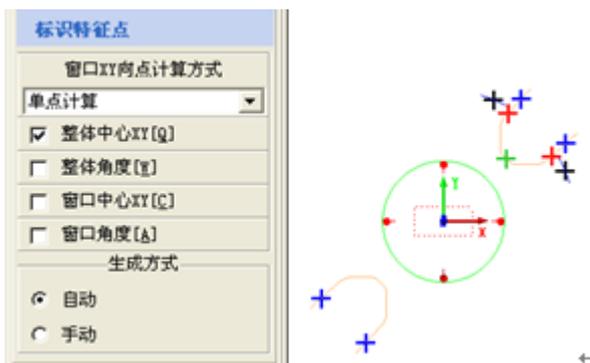


图 9-9 更新整体中心角度

#### 4、更新整体角度

勾选“整体角度[W]”，然后绘制整体角度测量点。当轮毂窗口个数为奇数时可以在一个窗口内绘制两个测量点更新轮毂整体角度，如下图 9-10(1)所示。轮毂窗口个数为偶数时可以在对称的两个窗口各绘制两个测量点更新轮毂整体角度，如图 9-10(2)所示：

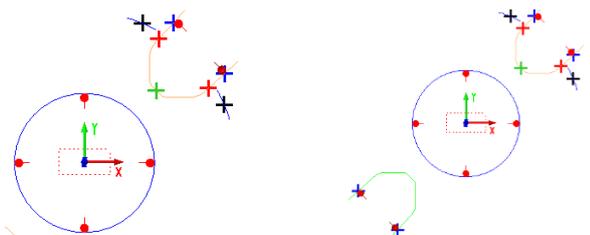


图 9-10 更新整体角度示意图

#### 5、更新局部中心

勾选“局部中心 XY[D]”，如下图 9-11 所示绘制局部中心 XY 测量点：

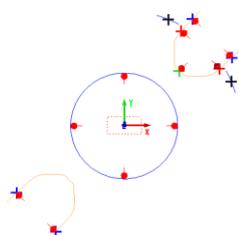


图 9-11 单点更新局部中心 XY 示意图

当窗口中心的 XY 测量位置不适合测量时，可以先将局部 XY 向点计算方式切换为两点计算，在轮毂单个窗口上绘制两个测量点计算轮毂中心 XY，如下图 9-12：

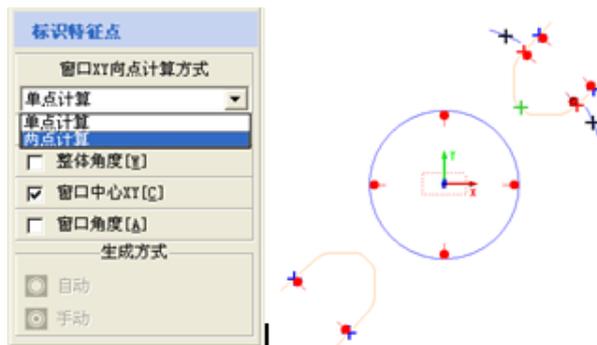


图 9-12 两点更新局部中心 XY 示意图

#### 6、更新局部角度

如下图 9-13 所示，勾选“局部角度[F]”生成更新轮毂窗口角度的测量点。

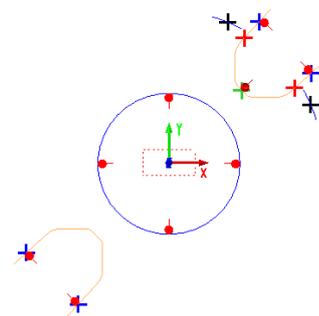


图 9-13 更新局部角度示意图

#### 7、更新局部 Z 原点

如下图 9-14，点击下一步，绘制 Z 向测量点。Z 向测量点需通过存在点生成，探测方向为 Z 轴负向。

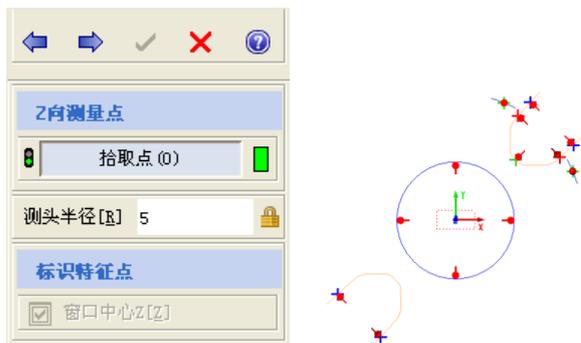


图 9-14 更新局部 Z 向变形示意图

#### 8、轮廓补偿测量点

如图 9-15，分别选取轮廓测量点的轮廓线，在轮廓线上设置轮廓测量点，并选取相应的基准图形。

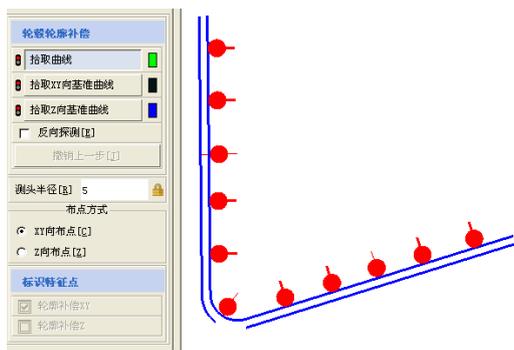


图 9-15 轮廓补偿测量示意图

## 9、阵列所有点

输入窗口个数，选中阵列中心，对单窗口测量点进行圆形阵列，如下图 9-16：

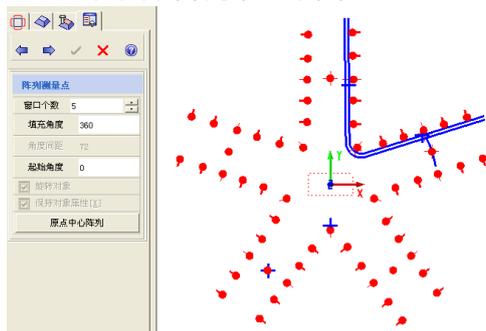


图 9-16 阵列测量点

## 10、生成测量路径

生成测量路径在 45 系统与 50 系统下存在差异，下面分别说明：

### 1) 45 系统

阵列测量点后，直接点击下一步，设置相关测量参数，生成 CSV 测量文件，如下图 9-17：

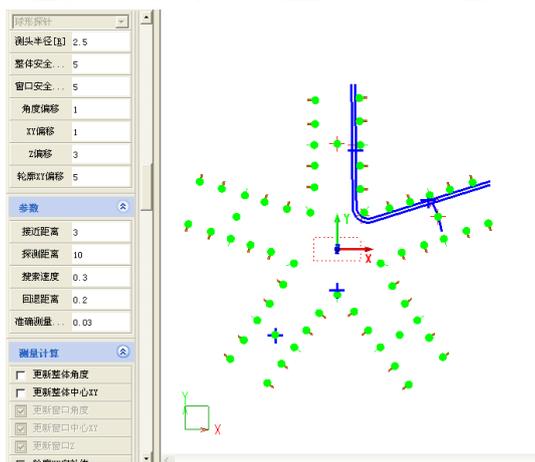


图 9-17 生成测量路径

输出的 CSV 表格，直接在 en3d 软件下打开该 csv 文件即可。

### 2) 50 系统

50 系统下暂不支持轮廓专用功能下的轮廓补偿，阵列测量点完成后直接确定，进入路径参数

设置界面，设置相应的补偿方式，如下图 9-18 所示：



图 9-18 路径参数设置

而后创建加工路径，设置每个窗口路径的补偿方式，通过组号对应，整体补偿的组号为 1，第一个窗口号为 2，依次递增，如下图 9-19：



图 9-19 加工路径补偿

## 四、技术经验

轮毂倒角加工工艺已经比较成熟，在漫长的探索过程中也积累了不少的技术经验及方法，下面从一整套工艺方案着手，系统性地总结一下：

### 1、测针选择

需要根据实际探测位置的形状差异选择合适的探针：

1) 顶部圆弧平缓且侧壁曲率较小的情况下选择球形测针即可；

2) 由于轮毂测量面大，因而适宜选用球径大的测针；

3) 侧壁斜度较大时宜采用柱形或 T 型测针进行测量；

4) 若轮毂测量部位过深，则需要加置延长杆。

## 2、样例分析

拿到一款轮毂后，首先要从如下几个方面分析，然后制定工艺方案：

1) 轮毂治具能否保证装夹误差？

治具的稳定性决定着是否要更新轮毂整体的中心与角度。

2) 更新整体中心时，测量点位置是选在中心孔位还是外圈？

当轮毂中心孔无法测量时，才考虑在外设置测量点。

3) 轮毂的窗口为奇数窗口还是偶数窗口？

若为奇数窗口，则采用某一窗口的侧壁两点更新整体角度；若为偶数窗口，则采用对称两个窗口的侧壁 4 个点更新整体角度。

4) 能否采用一个测量点更新局部窗口中心？

当采用一个测量点更新局部窗口中心时，该点最好指向轮毂中心；当由于轮毂形状限制无法设置该点时，则采用侧壁两点中心校正原点。

5) 窗口 Z 平面是否变形较大？

## 第二节 阵列补偿加工

### 一、应用背景

为提高加工效率，有效利用机床空间，用户往往会一次在工作台面上装卡多个工件。如加工手机按键倒角时可能会在一版材料上装卡成百上千个工件，使用测量补偿时手动编写循环测量加工路径通用性不强，且对编程人员要求较高，遇到无规律的装卡方式时就显得束手无策。所以要求测量路径也能和加工路径一样阵列，并满足客户处复杂多变的要求。

### 二、样例分析

#### 1、工艺规划

如下图 9-20 所示为一款手机按键治具。治具中间固定几个位置（黑色圆形区域）用于使用螺栓和底板固定。

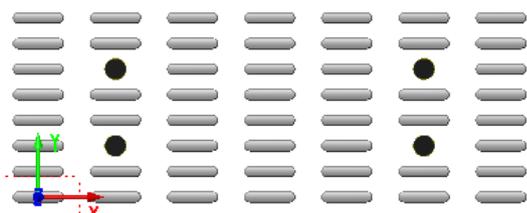


图 9-20

如下图 9-21 所示为单个按键模型，需补偿工件中心加工上边界轮廓倒角。在工件顶部测量两

如果 Z 向变形量大，则须在窗口两侧设置两个测量点进行求取平均值校正 Z 方向变形；如果变形量小，则采用一个测量点即可。

6) 来料变形是否过大？

如果来料局部变形太大，校正局部中心角度都无法解决的情况下，需要采用轮廓变形补偿解决。

### 3、测量位置

测量位置的选择直接影响到探测结果的准确性，因此必须选取适当地测量位置，一般遵循以下几个原则：

测量点的位置要靠近加工区域；

1) Z 向测量点尽量设置在平缓表面上；

2) 更新整体中心的四点设置为圆形四分点上；

3) 校正局部角度的侧壁两点要对称；

4) 校正局部中心的一点要指向轮毂中心，两点情况下则要对称分布。

点计算工件 Z 向高度，跟随高度测量上壁两点和下壁一点计算工件原点 Y 和角度，跟随中心找正测量左壁、右壁两点计算原点 X。

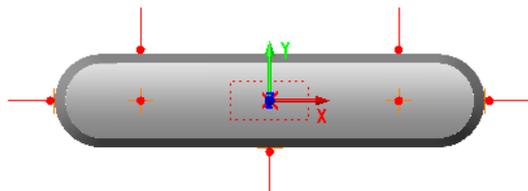


图 9-21

#### 2、操作说明

1) 在基准位置（一般选择左下角）生成测量补偿路径，如图 9-22。

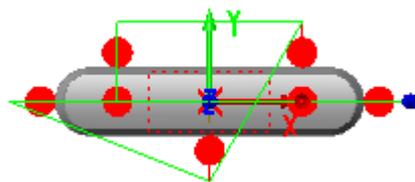


图 9-22

2) 在基准位置中心建立局部坐标系，和世界坐标系坐标轴方向相同，原点在工件中心。

3) 生成曲线测量路径，加工坐标系选择上一步建立的局部坐标系。测量补偿中勾选统一数据保存

组号(图 9-23)，空间变换中选择阵列，阵列模式中通过点阵列，阵列加工排序方式选择合适的加工次序，阵列辅助点选择其余按键中心(图 9-24)。

|                                   |                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 跟随测量角度找正                          | <input type="checkbox"/>            |
| <input type="checkbox"/> 统一数据保存组号 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 保存数据组号(S)                         | 1                                   |
| 角度测量(C)                           | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 中心测量(X)                           | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 轮廓测量(Q)                           | <input type="checkbox"/>            |

图 9-23

| 空间变换                          |                                     |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| 变换类型(M)                       | 阵列                                  |
| <input type="checkbox"/> 阵列模式 | 通过点阵列                               |
| 阵列加工(C)                       | X向往复                                |
| 阵列辅助点                         |                                     |
| 变换路径使用子程...                   | <input checked="" type="checkbox"/> |

图 9-24

4) 参数输入完毕后计算，探测路径预览如下图 9-25 所示。

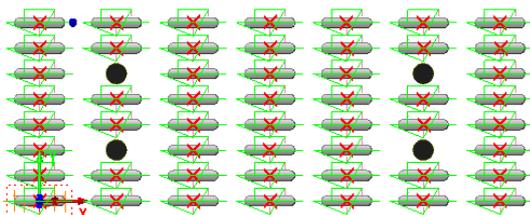


图 9-25

5) 加工路径使用和测量路径相同的局部坐标系，测量补偿选择统一数据使用组号，空间变换中选择跟随测量补偿方式(如图 9-26、9-27)。

| 测量补偿                              |                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 统一数据使用组号 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 使用数据组号                            | 1                                   |
| 角度测量(C)                           | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> 中心测量(X)  | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 中心X                               | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 中心Y                               | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 中心Z                               | <input checked="" type="checkbox"/> |

图 9-26

| 空间变换    |          |
|---------|----------|
| 变换类型(M) | 跟随测量补偿方式 |

图 9-27

## 第三节 平面倾斜补偿

### 一、程序结构

#### 1、原始加工路径子程序格式

##### 1) 子程序基本要求

- 程序号范围：1~6999。
- 尽量为单纯的一条加工路径，不支持宏程序。
- 禁止出现的指令：

G27、G28、G29、G30、G31、G37、G52、G53、G92、G92.1、G54~G59、G54.1P\_、G54.4P\_、G94、G95、G61~G64、G51、G50.1、G51.1、G68、G68.2、G68.4、G100、G104

##### 2) 子程序特殊要求

- 必须明确指定并使用 G90 绝对坐标编程，禁止使用 G91 增量坐标编程。
- 必须使用 G43、G44 刀具长度补偿类型，禁止使用其它刀具长度补偿类型。
- 使能路径补偿开启指令为：(G100P152L111\_ENTRANS\_ON)，单独一行，括弧内禁止出现空格。一般将(G100P152L111\_ENTRANS\_ON)放在变形补偿建立程序行之之前。
- 使能路径补偿关闭指令为：(G100P152L111\_ENTRANS\_OFF)，单独一行，括弧内禁止出现空格。一般将(G100P152L111\_ENTRANS\_OFF)放在变形补偿取消程序行之之前。
- 使能路径补偿开启时各轴模态必须到位。也就是，要求 X、Y、Z 模态在

(G100P152L111\_ENTRANS\_ON)指令之后的首个移动行之前(含该移动行)必须已全部指定。

f) 在 G43 或 G44 指令行开始才启动记录各轴模态是否到位,也就是说,在 G43 或 G44 指令行之前,不会进行各轴模态是否到位的记录,但指定的轴模态会被原样保留输出到目标加工路径子程序中,不会影响到用户编程指定的初始轴定位需要。因此,在 G43 或 G44 指令行开始到(G100P152L111\_ENTRANS\_ON)指令之后的首个移动行,各轴模态需要被指定,以确保使能路径补偿开启时各轴模态到位。

g) 在以下三个条件同时满足,补偿才生效。

G43 或 G44 已建立;

(G100P152L111\_ENTRANS\_ON)已指定。

### 3) 程序头和程序尾的程序格式示例

a) 示例 1: 程序头与程序尾的格式如图 9-28、9-29 所示:

```

1 %
2 O201
3
4 G90
5 G0X-45Y-24S19080M3M9
6 G43Z5.0013H1
7 (G100P152L111_ENTRANS_ON)
8 G0X-45Y-24Z0.5000
9 N100G1Z0F188.9000
10 X45F1259.3000

```

图 9-28 程序头

```

104 X-45F1259.3000
105 Y24F377.8000
106 X45F1259.3000
107 (G100P152L111_ENTRANS_OFF)
108 G0Z5.0013
109 M5
110 M99
111 %

```

图 9-29 程序尾

## 2、目标加工路径子程序格式

### 1) 子程序基本要求

a) 程序号范围: 1~6999。

b) 初始时为空格。

### 2) 程序格式示例

a) 示例 1: 初始空程序, 格式如图 9-30:

```

1 %
2 O212
3
4 M99
5 %

```

图 9-30 初始空程序

## 3、变形补偿数据

基础数据的记录和维护:

a) 使用 G100 P150 功能类进行变形补偿数据的记录和维护。

b) 必须记录 3 维数据点, 第 1 维为点位置 X, 第 2 维为点位置 Y, 第 3 维为点 Z 向误差。

## 4、变形补偿计算

### 1) 准备指令及参数说明

指令:

[功能]: 准备平面倾斜补偿变换三轴加工路径

[指令]: G100 P152 L110 C\_ I\_ J\_ K\_ E\_

- [输入]:C\_ 倾斜平面定义方法, 1:X 向 2 点定义单方向倾斜,  
2:Y 向 2 点定义单方向倾斜,  
3:3 点定义任意方向倾斜,  
4:4 至 50 点拟合任意方向倾斜  
C1 时要求两点在 X 方向的距离不能小于 5.0  
C2 时要求两点在 Y 方向的距离不能小于 5.0  
C3 时要求任意一点与另两点所在直线在垂直方向的距离不能小于 5.0  
C4 时要求存在三点满足任意一点与另两点所在直线在垂直方向的距离不能小于 5.0
- I\_ C1、C2、C3 时定义倾斜平面的测量数据点 1 编号,  
C4 时拟合倾斜平面的测量数据点开始编号, 范围为[1 -> 2000]
- J\_ C1、C2、C3 时定义倾斜平面的测量数据点 2 编号,  
C4 时拟合倾斜平面的测量数据点结束编号, 范围为[1 -> 2000]
- K\_ C3 时定义倾斜平面的测量数据点 3 编号, 范围为[1 -> 2000],  
C1、C2、C4 时将被忽略  
定义/拟合倾斜平面的所有测量数据点格式要求: 3 维数据点,  
第 1 维为点位置 X, 第 2 维为点位置 Y, 第 3 维为点 Z 向误差 DZ
- E\_ 拟合倾斜平面的允许误差, 即所有测量数据点到拟合平面的距离应小于该值, 否则报警, 范围为[0.001 -> 1.0], 空时默认为 0.01,  
C1、C2、C3 时将被忽略

## 2) 运行指令及参数说明

### a) 指令:

[功能]:运行平面倾斜补偿变换三轴加工路径

[指令]:G100 P152 L111 S\_ T\_ U\_ V\_ W\_ Y\_

- [输入]:S\_ 原始加工路径子程序的程序号, 范围为[1 -> 6999]  
T\_ 目标加工路径子程序的程序号, 范围为[1 -> 6999]  
U\_ 路径段离散最大步长, 范围为[0.1 -> 1.0], 空时默认为 0.5  
V\_ 路径段离散弦高误差, 范围为[0.0001 -> 0.01], 空时默认为 0.0005  
W\_ 路径段离散角度误差, 范围为[0.1 -> 10.0], 空时默认为 1.0  
Y\_ 轴向补偿是否反向偏置, 0:正/负偏差沿刀轴方向的正/负向进行偏置,  
1:正/负偏差沿刀轴方向的负/正向进行偏置, 空时默认为 0

- [输出]:#251 路径点轴向补偿调整的偏差区间的上限值  
#252 路径点轴向补偿调整的偏差区间的下限值  
#253 使用上限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标  
#254 使用上限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标  
#255 使用上限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标  
#256 使用下限值补偿调整后的参考路径点的 X 坐标  
#257 使用下限值补偿调整后的参考路径点的 Y 坐标  
#258 使用下限值补偿调整后的参考路径点的 Z 坐标

b) 在一个准备指令之后, 可以连续多个运行指令, 以完成多条加工路径的相同补偿计算。

## 3) 变形补偿计算的程序及示例

- a) 相关指令集使用请参考《外部功能使用说明》的 G100 P152 功能类。  
b) 相关程序请参考提供的程序模板样例 TSK 文件。

## 二、软件操作

目前 Surfmill7.0 下也支持了平面倾斜补偿, 具体操作步骤如下:

## 1、创建测量点

创建测量点方式前章已经提及，此处不再赘述。

## 2、生成测量路径

- 1) 选择曲面测量生成测量路径，在加工参数对话框的测量补偿中，选择平面测量，如图 9-31 所示。
- 2) 在平面测量补偿参数中，填写相关的补偿参数，如图 9-32 所示。
- 3) 点击计算按钮，计算路径。

|          | 参数                 | 说明                       |
|----------|--------------------|--------------------------|
| 平面补偿校正方式 | X 向 2 点定义单方向倾斜     | 在平面点中选择 X 方向的 2 个测量点     |
|          | Y 向 2 点定义单方向倾斜     | 在平面点中选择 Y 方向的 2 个测量点     |
|          | 3 点定义任意方向倾斜        | 在平面点中选择平面的 3 个测量点        |
|          | 多点 (4~50) 拟合任意方向倾斜 | 加工图形中，标志为 Z 向起点和末点之间的测量点 |

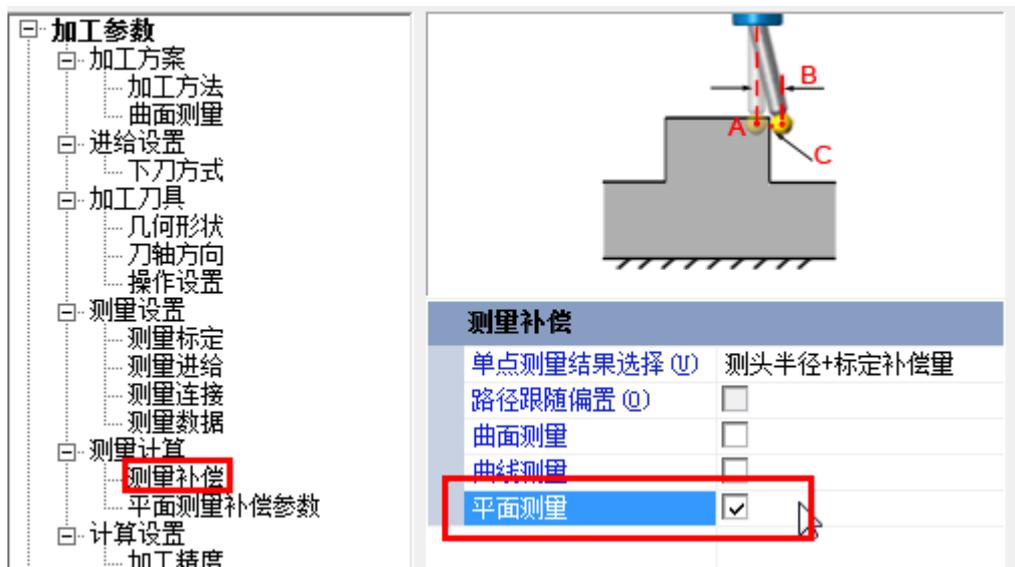


图 9-31 平面倾斜测量参数设置

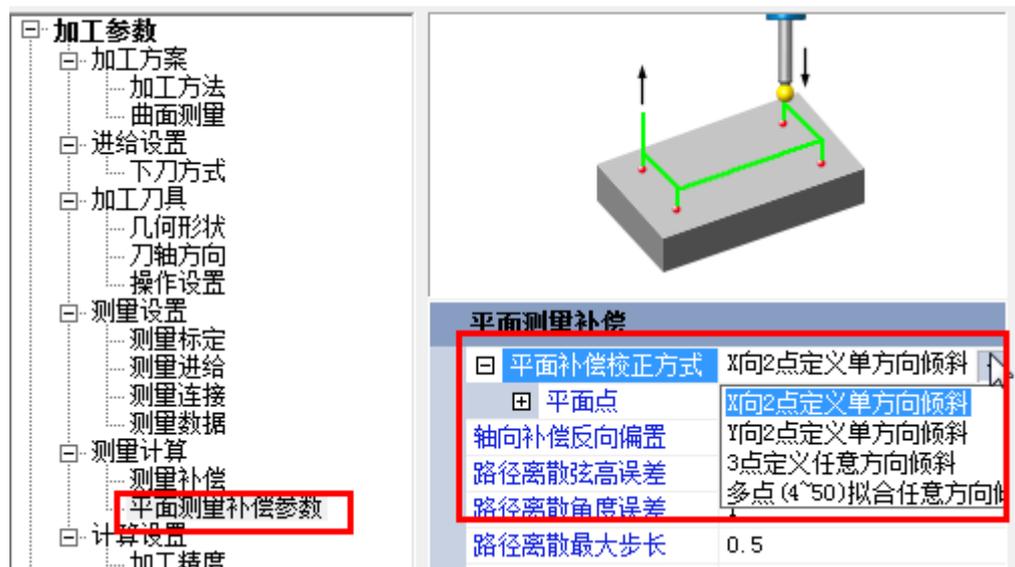
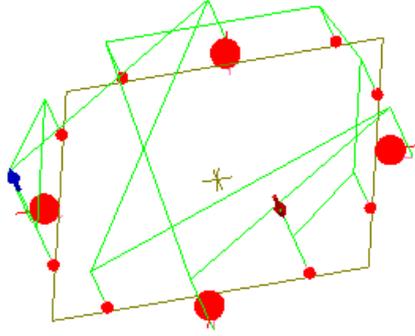
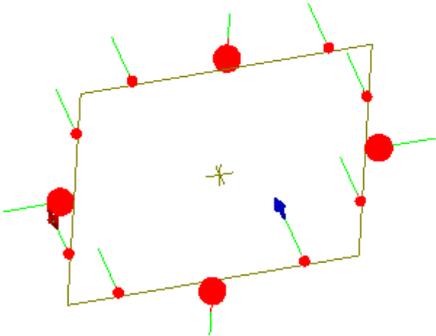


图 9-32 平面倾斜测量参数设置

| 测量路径参数                         | 路径示例                                                                               |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>多轴定位测量，在刀轴为竖直时生成的测量路径</p>   |  |
| <p>多轴定位测量，在刀轴为曲面法向时生成的测量路径</p> |  |

### 3、加工路径补偿

加工路径中要使用平面倾斜补偿，需要在测量补偿参数界面中，勾选平面测量并填写使用数据组号即可（图 9-33）。支持平面倾斜补偿的加工方法为三轴加工方法。



图 9-33 平面倾斜补偿加工路径参数设置

# 在机检测在制程管控方面的应用

## 目 录

---

|                  |     |
|------------------|-----|
| 第一节 产品尺寸检测 ..... | 128 |
| 一、平面度检测 .....    | 128 |
| 二、尺寸检测 .....     | 128 |
| 三、位置度检测 .....    | 128 |
| 四、轮廓度测量 .....    | 129 |
| 第二节 数据采集 .....   | 129 |
| 第三节 报表输出 .....   | 130 |
| 第四节 防呆设计 .....   | 130 |
| 第五节 超差检测 .....   | 131 |

## 第一节 产品尺寸检测

### 一、平面度检测

平面度是指实际面具有的宏观凹凸高度相对于理论平面的偏差，用来表示某加工面的平滑程度，传统的测量方法可以通过塞尺、百分表等测量工具测量，不过都存在效率低、精度低等问题。

通过测头在加工表面设置 n 个 Z 向测量点，可计算得出产品平面度，并且通过文本格式打印或者报表输出显示平面度结果。文本格式下有两种表示方式：1) 高度差：测量 Z 向数据的最大值与最小值之差；2) 平均值：所有测量点 Z 向坐标的平均值。具体步骤如图 10-1：

Step1：在需要检测的加工平面上设置 Z 向测量点；

Step2：设置相关加工参数，勾选平面度检测指令，并在平面度补偿子选项中勾选高度差、平均值；

Step3：输出测量路径。

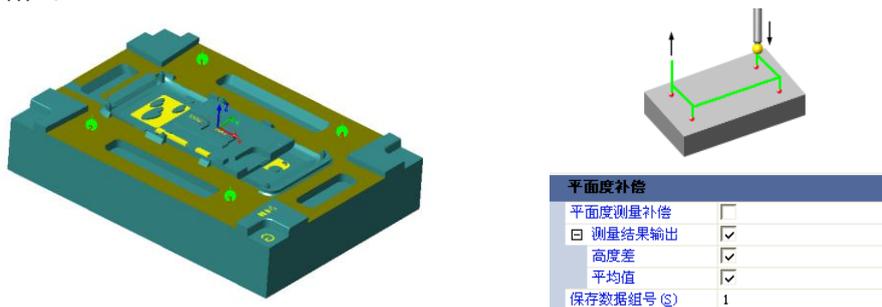


图 10-1 平面度检测

### 二、尺寸检测

主要用来检测产品长宽、深度、直径等几何特征、根据编号相邻两个测量点数据，计算该两点的 X 向、Y 向、Z 向的距离值，用来表示相应特征尺寸。具体步骤如图 10-2：

Step1：在检测部位设置编号相邻的测量点，如图中凸台高度或尺寸；

Step2：对检测点进行方向标记，本例凸台尺寸尺寸标记为 X 向；

Step3：设置相关加工参数，勾选尺寸测量补偿，结果处理选择“尺寸检测”；

Step4：输出测量路径。

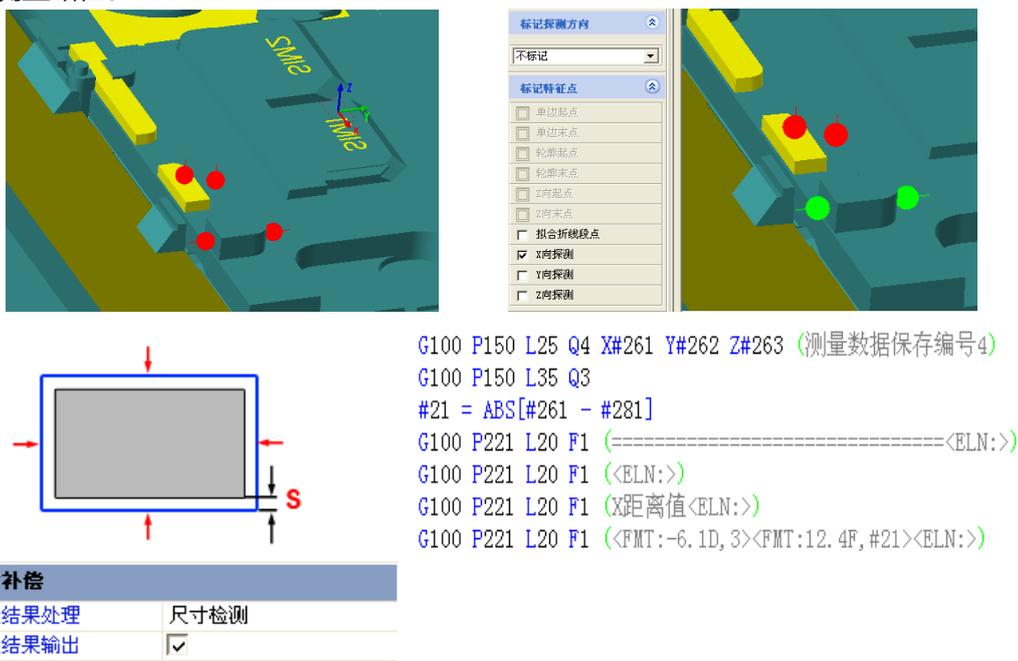


图 10-2 尺寸检测操作步骤

### 三、位置度检测

位置度目前的表示方法为：某检测点至产品要求基准的空间距离，支持基准点、基准线、基准面的选取，基准点的个数限制为 8 个，基准线与基准面的个数限制为 3 个。具体步骤如图 10-3：

- Step1：在某加工部位设置测量点，如下图需要保证圆形凸台相对于蓝色侧面的位置度；
- Step2：设置相关加工参数，勾选位置度测量，在位置度测量子选项中选择位置度表示方式；
- Step3：勾选点面距离测量，选择基准面的个数，并设置基准面的原点与方向。
- Step4：输出测量路径。

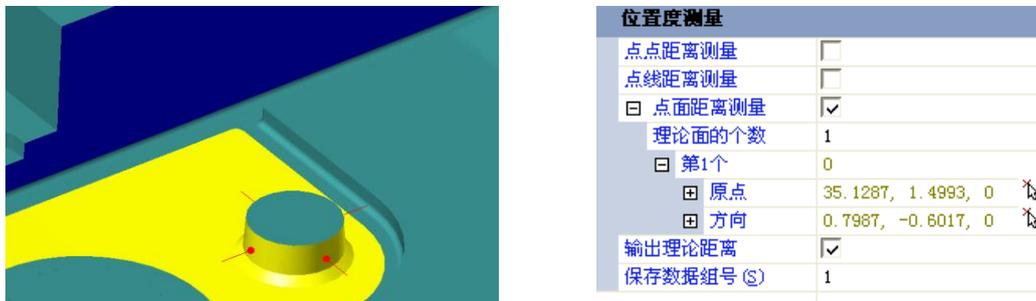


图 10-3 位置度检测

#### 四、轮廓度测量

轮廓度目前的表示方法为：在某轮廓上设置若干测量点,将这些数据点与理论值比较,取最大值与最小值,供客户参考。具体步骤如图 10-4：

- Step1：测量轮廓边界布置测量点；
- Step2：设置相关加工参数，勾选轮廓补偿选项，在轮廓测量方式子选项中选择轮廓度检测；
- Step3：输出测量路径。

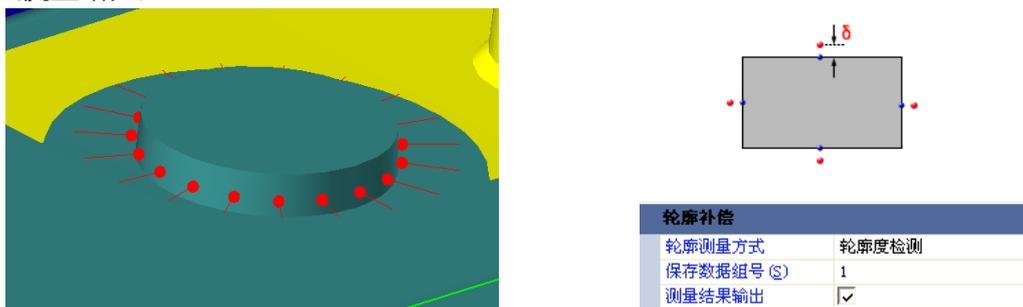


图 10-4 轮廓度检测

## 第二节 数据采集

测头可对各种异型曲面进行数据采集，并输出数据文件，方便用户对数据进行处理。具体操作步骤如图 10-5：

- Step1：在需要检测的曲面上设置测量点；
- Step2：选择“曲面测量”加工类型，设置正确的刀轴方向；
- Step3：输出测量路径。



图 10-5 曲面数据采集

### 第三节 报表输出

通过产品关键部位几何特征检测，采集数据后在工控机中生成 txt 文件，可将 txt 文件在 Surfmill7.0 软件中导入并转化为标准的报表形式。具体步骤如图 10-6：

- Step1：在几何特征测量路径中，选择“报表格式”的数据输出类型，检测完成后，输出 txt 文件；
- Step1：选择“输出报表”选项；
- Step2：导入 txt 文件；
- Step3：生成 CSV 表格形式，报告包括理论值、测量值、偏差值、误差值、上下公差等数据项。



图 10-6 报表打印输出

### 第四节 防呆设计

产品在装夹后有必要对产品进行检测防呆，防止人为装夹失误，主要有以下几种防呆类型：

- 1) 来料位置防呆：主要检测来料位置是否装夹正确，比如来料装反、装歪等等；
- 2) 是否装夹防呆：主要检测来料是否装夹固定；
- 3) 智能选择：当来料存在多批号产品时，通过测量某关键部位可进行选料加工；
- 4) 治具防呆：检测治具的装夹状态是否符合加工要求。

下图 10-7 为现场实际应用的防呆设计：



图 10-7 防呆设计

## 第五节 超差检测

超差检测主要用于现有产品的关键参数的检测，将关键参数以对话框形式予以交互，用户可根据参数值，以及参数等级等采取相应的加工策略。

目前，软件支持中心、角度、尺寸、平面度、位置度、轮廓度等 6 种测量补偿方式，如下图 10-8 所示，使用时勾选“超差检测”、“超差对话框提醒”选项。

| 角度补偿       |                                     | 尺寸补偿      |                                     |
|------------|-------------------------------------|-----------|-------------------------------------|
| 角度测量方式     | 超差检测                                | 测量结果处理    | 尺寸检测                                |
| ▣ 参考图形     | 矩形                                  | ▣ 超差对话框提醒 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 自动识别起末点(A) | <input type="checkbox"/>            | ▣ 尺寸x     | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 计算转角使用...  | 左壁                                  | 尺寸x公差     | 2                                   |
| ▣ 超差对话框提醒  | <input checked="" type="checkbox"/> | ▣ 尺寸y     | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 角度超差公差     | 2                                   | 尺寸y公差     | 2                                   |
| 测量结果输出     | <input type="checkbox"/>            | 尺寸z       | <input type="checkbox"/>            |
|            |                                     | 测量结果输出    | <input type="checkbox"/>            |

图 10-8 超差检测

# 50 系统在机测量技术与其他厂商对比

随着产品加工生产中的高标准、高要求的到来，在机测量技术越来越受到广大客户群体的重视。众多客户也开始考虑增加在机测量系统满足市场需求，本节将从技术方面说明 50 系统与其他数控系统在在机测量方面的区别及优势，希望能够帮助一线同事拓展市场。

## 目 录

---

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第一节 在机测量技术集成区别.....   | 133 |
| 一、测量手段集成扩展.....       | 133 |
| 二、外部扩展编程.....         | 133 |
| 三、测量编程软件.....         | 133 |
| 四、图形界面的 MDI 测量定制..... | 133 |
| 第二节 在机测量技术应用区别.....   | 133 |
| 一、功能区别.....           | 133 |
| 二、实例对比.....           | 134 |
| 1、标定.....             | 134 |
| 2、测量循环.....           | 134 |
| 3、报表输出.....           | 134 |
| 4、曲线变形补偿.....         | 135 |
| 5、曲面变形补偿.....         | 135 |

## 第一节 在机测量技术集成区别

50 机床在机测量系统集成方式上与 FANUC 等数控系统基本相同，比如，测量跳转指令均采用 G31 完成。不过，50 系统在集成方式上也有着一定的优势，主要包括以下三个方面：

### 一、测量手段集成扩展

在机测量技术包括接触式测头、CCD 识别测量、激光扫描测量等，50 系统不仅可对这些测量手段进行集成，而且可以在单机上运行多种测量工具进行混合式测量，各种测量工具发挥各自优势，实现对产品的高效的一次性综合测量。FANUC 系统基本无法集成 CCD 与激光扫描设备。

### 二、外部扩展编程

针对一些典型应用的自动编程插件，50 系统支持“外部扩展编程”，例如，CCD 识别测量补偿自动编程器，通过它可以快速定制玻璃磨削识别定位工艺宏程序。其他数控系统自身一般不具备工艺宏程序的自动编程能力。

### 三、测量编程软件

针对数控系统的编程方面，精雕机提供专用测量编程软件 EngMaker，可以实现针对测头应用探测补偿路径的自动生成，并且提供报表输出。其他数控系统只能通过宏程序中手工编写测量程序，耗时耗力。

### 四、图形界面的 MDI 测量定制

针对规则几何特征图形的测量，50 系统提供了 MDI 测量定制，可以直观快速地进行圆形、矩形的分中和尺寸测量。其他数控系统一般只能通过第三方提供的插件功能模块实现，在功能易用性和技术支持快速响应方面要比较弱。

## 第二节 在机测量技术应用区别

### 一、功能区别

相对于其他机床厂商的在机测量应用方式，50 系统采用独有的外部功能实现测量应用拓展，为客户提供测量数据管理、数据计算、刀具寿命管理、宏变量输出、基本数学库等扩展功能，降低客户编程人员专业性要求。并且有 EngMaker、Surfmill 探测编程软件的配套支持，使得探测编程更加简单灵活。

而 FANUC、SIEMENS 等系统的测量功能主要集成自测头厂商，采用测头厂商提供的基本子程序接口，只提供了基本的测量应用。编程应用中需要同时熟悉掌握 NC 编程及测量编程两套系统，复杂补偿应用需要较高编程技能。

| 序号 | 编号   | 名称           | 可配置参数 | 可设置变量 |
|----|------|--------------|-------|-------|
| 1  | P150 | 测量数据管理       | Yes   | No    |
| 2  | P151 | 测量数据计算       | Yes   | No    |
| 3  | P152 | 测量补偿变换       | Yes   | No    |
| 4  | P155 | 几何曲线管理       | Yes   | No    |
| 5  | P210 | 刀具寿命管理       | Yes   | Yes   |
| 6  | P211 | 刀具识别         | Yes   | No    |
| 7  | P220 | 消息对话框        | No    | No    |
| 8  | P221 | 宏变量输出        | Yes   | No    |
| 9  | P222 | 程序变量数组管理     | Yes   | No    |
| 10 | P223 | 程序字符串文本管理    | Yes   | No    |
| 11 | P224 | CSV表格管理      | No    | No    |
| 12 | P225 | 坐标变换         | No    | No    |
| 13 | P229 | 程序操作         | No    | No    |
| 14 | P230 | 获取功能操作权限     | No    | No    |
| 15 | P240 | MDI应用宏程序参数设置 | Yes   | No    |
| 16 | P241 | 扩展代码基本数学库    | Yes   | No    |

图 11-1

下面对一些基本的测量应用方式做下对比：

| 测量功能   | 精雕 50 系统                            | FANUC 系统                        |
|--------|-------------------------------------|---------------------------------|
| 测头标定   | 调用专用宏程序 G65P9129、G65P9119           | 提供 O9801、O9802、O9803、O9804 标定功能 |
| 分中操作   | 内部集成分中功能 GUI，支持手动及自动操作模式            | 测头厂商提供 GUI                      |
| 测量循环   | 内部支持保护性移动，避免编程错误。                   | 指定保护性移动宏程序。                     |
| 报表输出   | 50 系统提供数据打印功能，配套 EngMaker 可以完成报表输出。 | 可以提供数据打印功能。                     |
| 曲线变形补偿 | 外部功能 G100P152L11 实现高标准轮廓补偿加工        | 宏程序编写，需要专业人员并且仅能实现线性补偿          |
| 曲面变形补偿 | 外部功能 G100P152L131 实现变形曲面等深加工        | 无法实现                            |

表 11-1

## 二、实例对比

### 1、标定

50 系统中的标定可以调用子程序 9129 或者 9119 实现测头标定功能，如图 11-2。

```

;输入参数，详细请参考09129系统宏程序！
;W_ : 标定环中心工件坐标系，54~59、54.1
;E_ : 标定环中心工件坐标系，54.1时不可忽略并指定1~48，54~59时可忽略
;K_ : 工件坐标系自动校正次数，0~2，忽略则默认0，0表示不校正仅标定
;Q_ : 工件坐标系允许最大校正量，K0时可忽略
;Z_ : 测量平面Z绝对编程坐标
;D_ : 安全距离，必须大于测球半径并预留至少0.1空行程
;H_ : 测头刀长编号
;S_ : 安全Z平面高度，机床坐标
G65 P9129 W54.1000 E1 K2 Q0.1000 Z-2 D5 H7 S0; 圆环测头标定

```

图 11-2

FANUC 系统提供四个宏程序实现测头的标定：

- 宏程序 O9801 用来产生测头装在刀柄上时的长度。
- 宏程序 O9802 用来产生测针的偏心值。
- 宏程序 O9803 用来产生测球的半径值。
- 宏程序 O9804 用来产生矢量测球的半径值。

### 2、测量循环

50 系统的测量循环通过调用 O9100 宏程序实现，应用举例：

G65 P9100 Z-5 F500 S0.3 E30; 单点测量

FANUC 中的编程相对需要使用更多的宏程序实现，测量前必须使用保护移动宏程序 O9810 移动至测量位置，O9811 宏程序完成测量动作，并记录测量点位置：

G65P9810Z-8.F3000 保护定位到起始位置。

G65P9811X-50.T10. 单个平面测量。

### 3、报表输出

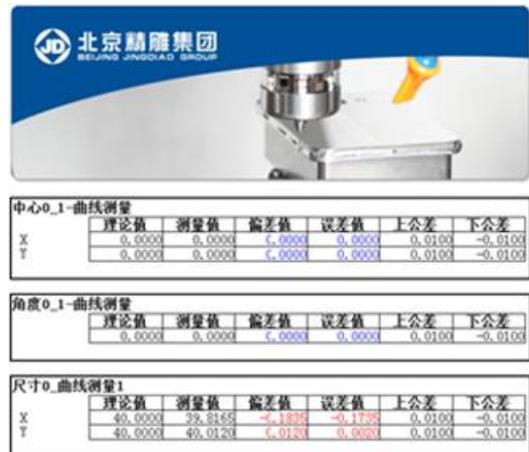
50 系统提供测量数据打印支持，同时配套的 EngMaker、Surfmill 软件可以将测量数据导入并输出报表格式文档。

测量数据的打印及报表输出：



| NO. | X        | Y        | Z       |
|-----|----------|----------|---------|
| 1   | 81.0000  | 67.5880  | -2.3000 |
| 2   | 53.0000  | 67.5960  | -0.3000 |
| 3   | 20.0000  | 67.6000  | -2.3000 |
| 4   | -15.0000 | 67.6060  | -2.3000 |
| 5   | -51.0000 | 67.6030  | -0.3000 |
| 6   | -85.0000 | 67.6000  | -2.3000 |
| 7   | 100.2430 | 50.0000  | -2.3000 |
| 8   | 100.2580 | 0.0000   | -0.3000 |
| 9   | 100.2580 | -21.0000 | -2.3000 |
| 10  | 100.2560 | -50.0000 | -0.3000 |

图 11-3



| 中心0.1-曲线测量 |        |        |        |        |        |         |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
|            | 理论值    | 测量值    | 偏差值    | 误差值    | 上公差    | 下公差     |
| X          | 0.0000 | 0.0000 | C.0000 | 0.0000 | 0.0100 | -0.0100 |
| Y          | 0.0000 | 0.0000 | C.0000 | 0.0000 | 0.0100 | -0.0100 |

| 角度0.1-曲线测量 |        |        |        |        |        |         |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
|            | 理论值    | 测量值    | 偏差值    | 误差值    | 上公差    | 下公差     |
|            | 0.0000 | 0.0000 | C.0000 | 0.0000 | 0.0100 | -0.0100 |

| 尺寸0.1-曲线测量1 |         |         |         |         |        |         |
|-------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|
|             | 理论值     | 测量值     | 偏差值     | 误差值     | 上公差    | 下公差     |
| X           | 40.0000 | 39.3165 | -0.6835 | -0.1120 | 0.0100 | -0.0100 |
| Y           | 40.0000 | 40.0120 | C.0120  | 0.0020  | 0.0100 | -0.0100 |

图 11-4

FANUC 系统打印功能实现：

```

POPEN
DPRNT[POINT1*#100]
DPRNT[POINT2*#101]
DPRNT[X LENGTH*#102]
PCLOS

```

#### 4、曲线变形补偿

50 系统集成了 45 系统以来精雕独有的曲线轮廓补偿功能，并做了大量优化工作，大幅减少补偿计算时间。可以实现对变形轮廓的自适应加工，操作简单快捷。在产品设变等过程中调整迅速，编程人员素质要求较低。

程序示例：

```

;S_： 原始变换程序号
;T_： 目标变换程序号
G100P152L11 S2002 T2012； 轮廓变形补偿计算

```

FANUC 系统实现轮廓补偿主要依靠人工编写宏程序，对编程人员要求极高，必须由资深专业人员编程完成，耗时耗力。

#### 5、曲面变形补偿

50 系统提供方便快捷的曲面变形补偿应用，能够实现在曲面上雕刻出跟随曲面变形的图案和浮雕，也是通过自适应调整加工，方便快捷。

程序示例：

```

G100 P152 L181 S201 T211
FANUC 系统上无法实现类似功能。

```

# 激光对刀仪的应用需求

## 第一节 激光对刀仪用于刀具在机测量的特点

激光对刀仪刀具测量和检测的基本工作原理就是通过刀具进出激光光束，造成光束阻挡和畅通两种状态，对刀仪系统按照设定的工作模式处理这种周期或非周期的激光状态更替，把预定的目标状态变化以电平、脉冲或震荡等信号形式输出至数控系统，数控系统经过一系列处理过程获得所需的刀具尺寸或刀具状态。相比普通接触式对刀仪，这种非接触式对刀仪除了可以测量刀具长度外，还具备普通对刀仪不具有的多种功能，下面简单罗列一些：

1) 旋转的刀具直径测量。可以测量主轴实际切削转速时无切削受力状态下的刀具直径，但主轴转速应尽量避免共振转速区间，否则测量结果可能有突跳不准确。

2) 刀具或磨头的内凹直径测量。部分高端接触式对刀仪可以测量铣刀直径，但很难支持测量磨头直径或内凹形状的刀具直径。

3) 刀具几何曲线轮廓测量。比如球头刀、牛鼻刀、仿形刀的轮廓几何特征尺寸采样测量。

4) 微小直径刀具长度测量。直径小于 0.5 的刀具在普通接触式对刀仪上对刀极易断刀，非接触式对刀可以有效避免此问题。

5) 刀具负角面长度测量。比如 T 型刀、成型倒角刀的刀长尺寸测量。

6) 刀刃破损轮廓扫描检测。可以及时自动监测刀具崩刃、崩边等损坏状况。

7) 刀具径向跳动超差检测。可以有效监控刀具装夹偏心、主轴旋转跳动过大等异常情况。

8) 刀具断刀快速检测。深孔钻头、丝锥、铰刀等细长刀具在加工后容易出现断刀现象，及时自动监测到异常可以阻止加工继续，人工干预后有可能挽回濒临报废的工件。

激光对刀仪虽然测刀功能强大，但存在以下缺点：

1) 属于高精密装置，价格昂贵。

2) 对工作环境要求较高。过多的液滴和切屑容易干扰测量过程，不过部分对刀仪系统带有专门的信号过滤处理，以及宏程序处理等方法都可以有效控制这类干扰。

3) 刀具清洁效果对测量精度影响很大。刀具依赖吹气清洁，清洁力度不够刀片遗留物容易致使刀具测量尺寸偏大，为了达到较好清洁效果，往往需要增加吹气清洁时间。

## 第二节 JD50 数控系统装载激光对刀仪系统的应用情况及应用需求预测

目前，JD50 系统可以配备五种品牌激光对刀仪，分别是：雷尼绍、马波斯、海克斯康、海德汉、波龙。陆续出现的几个应用案例都是高精模具加工行业。

除了高精模具加工的机内刀具测量，激光对刀仪今后的应用需求在以下几个领域值得关注：

1) 产品加工验证阶段的刀具测量和分析。

2) 产品加工的机外刀具测量。

3) 微细加工的微小刀具测量。

4) 带有中大型刀库的高端机床刀具测量监控管理。

5) 全自动化生产线的机床节点刀具测量监控管理。

# 运用 G100 定制实用功能的典型案例

## 目 录

---

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 第一节 单点测量并保存数据到 CSV 表格 ..... | 138 |
| 第二节 矩形测点计算中心角度.....         | 139 |
| 第三节 轮廓补偿程序示例 .....          | 140 |
| 第四节 宏程序定制变量设置对话框 .....      | 144 |
| 第五节 二维变量数组设置对话框.....        | 146 |
| 第六节 输出变量到目标文件.....          | 147 |
| 第七节 对话框实现 PLC 数据交互.....     | 148 |
| 第八节 CSV 文件的加载显示与保存.....     | 149 |

## 第一节 单点测量并保存数据到 CSV 表格

本示例通过宏程序来实现单点重复测量并将测量数据直接保存到 CSV 表格文件以便计算和查看，其主要实现流程包括以下几个方面。

- 1) 定义 21 行 2 列 CSV 表格 T1。
- 2) 分别添加表格第一列分类条目（测量点序号）和第二列分类条目（测量值）。
- 3) 调用 O9100 系统宏程序进行单点循环测量并将点序号以及测量值分别添加到 CSV 表格的指定单元中。
- 4) 将 CSV 表格中的数据保存到 CSV 表格文件，可以在 Excel 中打开查看以及计算。
- 5) 定制交互对话框并绑定前面定义的 CSV 表格 T1。
- 6) 设置表格第一行为固定行，第一列的第二行到最末行为只读。
- 7) 弹出 CSV 表格设置的交互对话框。

### 【程序样例】

```
%
O500
G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98
T1M6
G91G28Z0
G90
M13; 开启测头
G104P#1296L#1297; 开启测头报警
G0X5Y0
G43Z5H1
Z-1
G100 P224 L1 T1 U21 V2; 定义 21 行 2 列的
CSV 表格
G100 P224 L4 T1 R1 C1 (测量点序号); 添加表
格第一列条目名称
G100 P224 L4 T1 R1 C2 (测量值); 添加表格第
二列条目名称
#1=1
WHILE[#1 LE 20] DO1
G65 P9100 X-10 F500; 调用 O9100 系统宏程
序进行测量
IF[#260 NE 1] THEN #2000 = 1; 若无触发或
触发位置异常则报警
#500 = #261
G100 P224 L5 T1 R[#1+1] C1 D#1; 将测量点
序号添加到 CSV 表格的指定单元中
```

```
G100 P224 L5 T1 R[#1+1] C2 D#500; 将测量
值添加到 CSV 表格的指定单元中
```

```
#1 = #1 + 1
```

```
END1
```

```
G100 P224 L9 T1 (F:\EN3D_WORK\测量结
果.CSV); 将 CSV 表格中的数据保存到 CSV 表格
文件
```

```
G100 P220 L101; 清除定制对话框按钮
```

```
G100 P220 L102 V1 F8 (暂停); 添加定制对话框
按钮
```

```
G100 P220 L102 V2 F10 E1 (继续); 添加定制对
话框按钮
```

```
G100 P220 L211 T1; 对话框绑定 CSV 表格
```

```
G100 P220 L212 E1 F1; 设置表格固定行和固定
列个数
```

```
G100 P220 L213 R2 C1 U-1; 设置表格指定范围
的单元为只读(第一列第二行到最后一行只读)
```

```
N55
```

```
M36; 程控红灯亮(如果有必要，弹出对话框时进
行的报警提示)
```

```
M41; 程控蜂鸣器响(如果有必要，弹出对话框时
进行的报警提示)
```

```
G100 P220 L219 (CSV 表格显示测量数据); 弹出
CSV 表格设置对话框
```

```
M38; 程控对灯和蜂鸣器控制取消(如果有必要，
弹出对话框时进行的报警提示)
```

```
IF[#270 EQ 1] GOTO51; 暂停
```

```
IF[#270 EQ 2] GOTO52; 继续
```

```
GOTO51; 其它按暂停处理
```

```
N51; 暂停
```

```
M500
```

```
GOTO55
```

```
N52; 继续
```

```
GOTO59
```

```
N59
```

```
G91G28Z0
```

```
G90
```

```
G104P#1296L#1298; 关闭测头报警
```

```
M14; 关闭测头
```

```
M30
```

```
%
```

## 第二节 矩形测点计算中心角度

本示例实现通过测量点坐标计算矩形中心从而得到矩形工件的平移量和偏转角度，其主要实现流程包括以下几个方面。

1) 将 8 个点测量结果分别保存到 131—138 号变量中。

2) 利用外部功能中构四边形法计算工件平移量和偏转角度。

3) 弹出计算结果提示对话框，对话框显示形式如图 4 所示。

判断计算结果，若结果超过设定的最大偏差值则进行超差报警。

### 【程序样例】

主程序：

%

O500

G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98

G100P150L10; 清除 1 至 2000 号的所有测量数据,保证不重复更新

;S: 连续更新时, 测量数据开始保存编号

G100P150L20 S131; 开始连续更新测量数据

#261 = -50;

#262 = 47.5;

#263 = -3.2;

G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据保存至 131 号

#261 = 50;

#262 = 47.3;

#263 = -3.2;

G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据保存至 132 号

#261 = 73.12;

#262 = 30;

#263 = -3.2;

G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据保存至 133 号

#261 = 73.05;

#262 = -30;

#263 = -3.2;

G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据保存至 134 号

#261 = 50;

#262 = -47.35;

#263 = -3.2;

G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据保存至 135 号

#261 = -50;

#262 = -47.5;

#263 = -3.2;

G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据保存至 136 号

#261 = -73;

#262 = -30;

#263 = -3.2;

G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据保存至 137 号

#261 = -73;

#262 = 30;

#263 = -3.2;

G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据保存至 138 号

G100P150L21; 结束连续更新测量数据

;----- 计算工件原点 XY 平移量和偏转量-----

;E: 矩形左边测量点列开始变量号

;F: 矩形左边测量点列结束变量号

;I: 矩形右边测量点列开始变量号

;J: 矩形右边测量点列结束变量号

;R: 矩形上边测量点列开始变量号

;S: 矩形上边测量点列结束变量号

;U: 矩形下边测量点列开始变量号

;V: 矩形下边测量点列结束变量号

;Q: 转角计算使用的矩形边, 1:左边, 2:右边, 3:上边,

4:下边, 5:左边和右边组合, 6:上边和下边组合

G100P151L12 E137F138 I133J134 R131S132

U135V136 Q6; 计算工件 XY 平移量和偏转量

#681 = #281; //计算结果中心 X 偏移量

#682 = #282; //计算结果中心 Y 偏移量

#687 = #284; //计算结果偏转角度

#688 = #287; //计算结果 X 尺寸

#689 = #288; //计算结果 Y 尺寸

;----- 工件原点平移量超差检查 -----

M98P1000; 调用计算结果提示对话框子程序

IF[ABS[#681] GT 0.5] GOTO101; 计算结果中心 X 偏移量大于 0.5, 则超差报警

IF[ABS[#682] GT 0.5] GOTO102; 计算结果中心 Y 偏移量大于 0.5, 则超差报警

IF[ABS[#687] GT 0.5] GOTO107; 计算结果偏

```

转角度大于 0.5，则超差报警
M30
;----- 警报定义 -----
N101
G100P220L1(警告|工件原点 X 平移量超差！);
#10 = 201;
GOTO100
N102
G100P220L1(警告|工件原点 Y 平移量超差！);
#10 = 202;
GOTO100
N107
G100P220L1(警告|工件偏转角度超差！);
#10 = 207;
GOTO100
N100 M12; 禁止预读
#2000=#10; 报警
%
子程序：
%
O1000
G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98
N50
G100 P223 L2 T1; 删除编号为 1 的文本
G100 P223 L1 T1 S100; 定义编号为 1 尺寸为
100 的临时信息文本
G100 P223 L3 T1; 清空编号为 1 的临时信息文
本内容
;-----将测量结果格式化并添加到已定义的
文本-----
G100 P223 L4 T1 (提示内容:<ELN:> 偏移量 X =
<FMT:.4F,#681><ELN:>);
G100 P223 L4 T1 (偏移量 Y =

```

```

<FMT:.4F,#682><ELN:>);
G100 P223 L4 T1 (偏移量 Z =
<FMT:.4F,#683><ELN:>);
G100 P223 L4 T1 (偏移角度 =
<FMT:.4F,#687>)
G100 P220 L101; 清除定制对话框按钮
G100 P220 L102 V1 F5 (确定); 添加定制对话框
按钮
G100 P220 L102 V2 F8 E1 (暂停); 添加定制对
话框按钮
M37; 程控黄灯亮(如果有必要，弹出对话框时进
行的报警提示)
M41; 程控蜂鸣器响(如果有必要，弹出对话框时
进行的报警提示)
N55
G100 P220 L109 T1 (提示); 弹出定制消息对话
框
IF[#270 EQ 2] GOTO56; 暂停仍保持灯和蜂鸣器
状态
M38; 程控对灯和蜂鸣器控制取消(如果有必要，
弹出对话框时进行的报警提示)
N56
IF[#270 EQ 1] GOTO51; 确定
IF[#270 EQ 2] GOTO52; 暂停
GOTO52; 其它按暂停处理
N51; 确定
GOTO999
N52; 暂停
M500
GOTO55
N999
M99
%

```

### 第三节 轮廓补偿程序示例

本示例通过测头探测一个 146X95 的矩形工件侧壁以及上表面的一些点来对矩形工件进行中心角度以及轮廓变形的补偿，包括 1 个主程序以及 5 个子程序。

1. 主程序测量点计算中心角度，平移旋转后并进行轮廓补偿变换得到变换后路径，最后调用轮廓变形后加工路径进行加工。

2. 子程序包括中心角度计算、平面旋转 2D 点、测量结果提示对话框、原始加工路径、变换后加工

路径。

1) 中心角度计算，利用探测程序测量得到的实际点通过外部功能测量数据计算中构四边形法求得矩形中心、转角、尺寸，并判断这些值是否超差，若超差则进行超差报警，并弹出相应报警对话框。

2) 轮廓补偿变换，使用外部功能测量数据管理中连续获取数据功能获取每组测量数据消除平移、旋转，然后利用连续更新数据功能将消除平移、旋转后的数据保存到另一组连续编号。利用外部功能

几何曲线管理中读取 DXF 文件更新指定编号的曲线子功能读入 DXF 基准曲线 然后通过测量补偿变换中轮廓补偿变换子功能得到变换后路径并保存到指定程序中。

3) 平面旋转 2D 点, 程序为平面旋转 2D 点算法宏程序, 在轮廓补偿变换中调用此宏程序来消除旋转。

4) 测量结果提示对话框, 弹出显示测量结果的对话框如 '4 格式文本显示对话框' 中图 13-1 所示, 最后对按钮返回值进行相应处理。

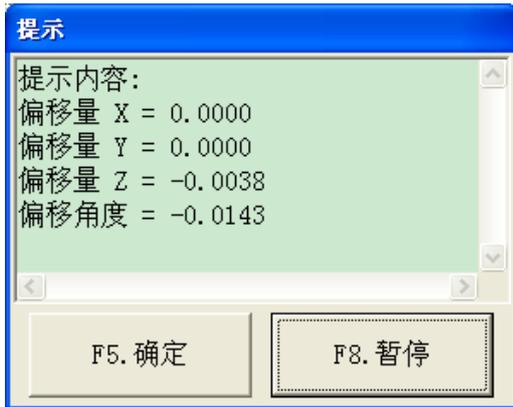


图 13-1

**【程序样例】**

主程序：

```

%
O500
G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98
G100P150L10; 清除 1 至 2000 号的所有测量数据,保证不重复更新
;===== Z 轮廓测量
=====
;S_: 连续更新时, 测量数据开始保存编号
G100P150L20 S111; 开始连续更新测量数据
#261 = -50;
#262 = 30;
#263 = -0.01;
#601 = #263;
G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据保存至 111 号
#261 = 0;
#262 = 30;
#263 = 0.02;
#602 = #263;
G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据保存至 112 号
#261 = 50;

```

```

#262 = 30;
#263 = -0.02;
#603 = #263;
G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据保存至 113 号
#261 = 60;
#262 = 0;
#263 = 0.03;
#604 = #263;
G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据保存至 114 号
#261 = 50;
#262 = -30;
#263 = -0.01;
#605 = #263;
G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据保存至 115 号
#261 = 0;
#262 = -30;
#263 = 0.01;
#606 = #263;
G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据保存至 116 号
#261 = -50;
#262 = -30;
#263 = -0.03;
#607 = #263;
G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据保存至 117 号
#261 = -60;
#262 = 0;
#263 = -0.02;
#608 = #263;
G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据保存至 118 号
G100P150L21; 结束连续更新测量数据
;===== XY 轮廓测量
=====
;S_: 连续更新时, 测量数据开始保存编号
G100P150L20 S131; 开始连续更新测量数据
#261 = -50;
#262 = 47.5;
#263 = -3.2;
G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据保存至 131 号

```

```

#261 = 50;
#262 = 47.3;
#263 = -3.2;
G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据
保存至 132 号
#261 = 73.12;
#262 = 30;
#263 = -3.2;
G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据
保存至 133 号
#261 = 73.05;
#262 = -30;
#263 = -3.2;
G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据
保存至 134 号
#261 = 50;
#262 = -47.35;
#263 = -3.2;
G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据
保存至 135 号
#261 = -50;
#262 = -47.5;
#263 = -3.2;
G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据
保存至 136 号
#261 = -73;
#262 = -30;
#263 = -3.2;
G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据
保存至 137 号
#261 = -73;
#262 = 30;
#263 = -3.2;
G100P150L22 X#261 Y#262 Z#263; 测量数据
保存至 138 号
G100P150L21; 结束连续更新测量数据
M98P7
;----- 轮廓变形补偿测量数据消除平移和旋转

;轮廓变形补偿和 平移补偿 旋转补偿 叠加,
;轮廓变形补偿的测量数据要调整消除 平移量和 旋
转量

;S_: 连续获取时, 测量数据开始读取编号
G100P150L30 S111; 开始连续获取测量数据

```

```

;S_: 连续更新时, 测量数据开始保存编号
G100P150L20 S151; 开始连续更新测量数据
#1 = 1
WHILE[#1 LE 8] DO 1
G100P150L32; 测量数据读取
#283 = #283 - #683; 消除 Z 平移
G100P150L22 X#281 Y#282 Z#283; 测量数据
保存
#1 = #1 + 1
END 1
G100P150L21; 结束连续更新测量数据
G100P150L31; 结束连续获取测量数据

;S_: 连续获取时, 测量数据开始读取编号
G100P150L30 S131; 开始连续获取测量数据
;S_: 连续更新时, 测量数据开始保存编号
G100P150L20 S171; 开始连续更新测量数据
#1 = 1
WHILE[#1 LE 8] DO 1
G100P150L32; 测量数据读取
#281 = #281 - #681; 消除 X 平移
#282 = #282 - #682; 消除 Y 平移
G65P300 X#281 Y#282 I0 J0 R-#687; 消除旋
转
#281 = #151
#282 = #152
G100P150L22 X#281 Y#282 Z#283; 测量数据
保存
#1 = #1 + 1
END 1
G100P150L21; 结束连续更新测量数据
G100P150L31; 结束连续获取测量数据
;----- DXF 基准曲线读入 -----
#10 = 2; 基准几何曲线编号
G100P155L50 Q#10; 获取指定编号几何曲线的
更新状态,以防重复更新
IF[#280 EQ 1] GOTO 10; 若该曲线已经读取,则
跳过
G100P155L31 Q#10(F:\EN3D_WORK\外部功能
应用案例\测量补偿程序示例\146X95.DXF)
;G100P155L21X146Y95R0.01 Q#10
N10
;----- XY 轮廓变形补偿 + Z 轮廓变形补偿

#1230 = #10; 基准几何曲线编号

```

```

#1231 = 1; 是否开启 XY 轮廓变形补偿路径变换,
0:关闭, 1:开启
#1232 = 171; 测量 XY 点列开始变量号
#1233 = 178; 测量 XY 点列结束变量号
#1234 = 3; 允许 XY 轮廓最大变形补偿量
#1241 = 0; 是否开启 Z 轮廓变形补偿路径变换, 0:
关闭, 1:开启
#1242 = 151; 测量 Z 点列开始变量号
#1243 = 158; 测量 Z 点列结束变量号
#1244 = 3; 允许 Z 轮廓最大变形补偿量
;S_ : 原始变换程序号
;T_ : 目标变换程序号
G100P152L11 S10 T20; 轮廓变形补偿计算
M30
%
```

子程序(测量结果提示) :

```

%
O1000
G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98
N50
G100 P223 L2 T1; 删除编号为 1 的文本
G100 P223 L1 T1 S100; 定义编号为 1 尺寸为
100 的临时信息文本
G100 P223 L3 T1; 清空编号为 1 的临时信息文
本内容
;-----将测量结果格式化并添加到已定义的
文本-----
G100 P223 L4 T1 (提示内容:<ELN:>偏移量 X =
<FMT:.4F,#681><ELN:>);
G100 P223 L4 T1 (偏移量 Y =
<FMT:.4F,#682><ELN:>);
G100 P223 L4 T1 (偏移量 Z =
<FMT:.4F,#683><ELN:>)
G100 P223 L4 T1 (偏移角度 =
<FMT:.4F,#687>)
G100 P220 L101; 清除定制对话框按钮
G100 P220 L102 V1 F5 (确定); 添加定制对话框
按钮
G100 P220 L102 V2 F8 E1 (暂停); 添加定制对
话框按钮
M37; 程控黄灯亮(如果有必要, 弹出对话框时进
行的报警提示)
M41; 程控蜂鸣器响(如果有必要, 弹出对话框时
进行的报警提示)
```

```

N55
G100 P220 L109 T1 (提示); 弹出定制消息对话
框
IF[#270 EQ 2] GOTO56; 暂停仍保持灯和蜂鸣器
状态
M38; 程控对灯和蜂鸣器控制取消(如果有必要,
弹出对话框时进行的报警提示)
N56
IF[#270 EQ 1] GOTO51; 确定
IF[#270 EQ 2] GOTO52; 暂停
GOTO52; 其它按暂停处理
N51; 确定
GOTO999
N52; 暂停
M500
GOTO55
N999
M99
%
```

子程序(中心和角度计算) :

```

%
O7
;----- 计算工件原点 XY 平移量和偏转量-----
;E: 矩形左边测量点列开始变量号
;F: 矩形左边测量点列结束变量号
;I: 矩形右边测量点列开始变量号
;J: 矩形右边测量点列结束变量号
;R: 矩形上边测量点列开始变量号
;S: 矩形上边测量点列结束变量号
;U: 矩形下边测量点列开始变量号
;V: 矩形下边测量点列结束变量号
;Q: 转角计算使用的矩形边, 1:左边, 2:右边, 3:上边,
4:下边, 5:左边和右边组合, 6:上边和下边组合
G100P151L12 E137F138 I133J134 R131S132
U135V136 Q6; 计算工件 XY 平移量和偏转量
#681 = #281; //计算结果中心 X 偏移量
#682 = #282; //计算结果中心 Y 偏移量
#687 = #284; //计算结果偏转角度
#688 = #287; //计算结果 X 尺寸
#689 = #288; //计算结果 Y 尺寸
;----- 计算工件原点 Z 平移量 -----
#1 = 0;
#683 = 0;
WHILE[#1 LT 8] DO 1
```

```

#683 = #683 + #[601+#1]
#1 = #1 + 1
END 1
#683 = #683 / 8; 取平均值计算工件原点Z偏移量
;----- 工件原点平移量超差检查 -----
M98P1000; 调用测量结果提示对话框子程序
IF[ABS[#681] GT 0.5] GOTO101; 计算结果中心 X 偏移量大于 0.5, 则超差报警
IF[ABS[#682] GT 0.5] GOTO102; 计算结果中心 Y 偏移量大于 0.5, 则超差报警
IF[ABS[#683] GT 0.5] GOTO103; 计算工件原点 Z 偏移量大于 0.5, 则超差报警
IF[ABS[#687] GT 0.5] GOTO107; 计算结果偏转角度大于 0.5, 则超差报警
M99
;----- 警报定义 -----
N101
G100P220L1(警告|工件原点 X 平移量超差!);
#10 = 201;
GOTO100
N102
G100P220L1(警告|工件原点 Y 平移量超差!);
#10 = 202;
GOTO100
N103
G100P220L1(警告|工件原点 Z 平移量超差!);
#10 = 203;
GOTO100
N107
G100P220L1(警告|工件偏转角度超差!);
#10 = 207;

```

```

GOTO100
N100 M12; 禁止预读
#2000=#10; 报警
%

子程序(平面旋转 2D 坐标点):
%
(程序功能: 平面旋转 2D 坐标点)
(调用方法:)
(G65 P300 X_Y_I_J_R_)
(输入变量:)
(X_ #24 原始点 X 坐标)
(Y_ #25 原始点 Y 坐标)
(I_ #4 旋转轴心点 X 坐标)
(J_ #5 旋转轴心点 Y 坐标)
(R_ #18 旋转角度)
(输出变量:)
(#151 目标点 X 坐标)
(#152 目标点 Y 坐标)
(程序体:)
O300 (平面旋转 2D 坐标点 G65 P300 X_Y_I_J_R_)
#11 = #24 - #4
#12 = #25 - #5
#13 = COS[#18]
#14 = SIN[#18]
#151 = #4 + [[#13 * #11] - [#14 * #12]]
#152 = #5 + [[#13 * #12] + [#14 * #11]]
M99; 成功返回
%
注:原始加工路径与补偿后的加工路径在此不再赘述。

```

## 第四节 宏程序定制变量设置对话框

本示例通过宏程序来定制变量设置的交互对话框，其主要实现流程包括以下几个方面。

- 1) 定义一个一维变量数组 A1。
- 2) 将需要交互的公共宏变量值赋给一维变量数组 A1。
- 3) 定制交互对话框 D1。
- 4) 将变量数组 A1 与编号 D1 的定制对话框绑定。
- 5) 设置数组分类条目以及读写属性。
- 6) 弹出编号 D1 的设置对话框，如图 1 所示，其中淡黄色部分可在表格中进行修改，灰色部分为

只读，不可在表格中修改。

7) 由于在图 13-2 中修改的值是保存到一维变量数组 A1 的，因此最后需在程序中将 A1 数组变量转存到公共宏变量。

| 公共宏变量调机参数设置    |           |
|----------------|-----------|
| 是否进行选择识别单元     | 0.0000    |
| 是否进行选择加工单元     | 1.0000    |
| 是否进行选择加工路径     | 1.0000    |
| 是否进行选择重新运行加工路径 | 0.0000    |
| 是否调机模式         | 1.0000    |
| 工件测量X尺寸        | 214.0000  |
| 工件测量Y尺寸        | -214.0000 |

图 13-2

### 【程序样例】

```

%
O505
G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98
;例如以下为要定制界面交互的变量
;#500: 是否调机模式, 1:是, 0:否
;#501: 是否进行选择识别单元, 1:是, 0:否
;#502: 是否进行选择加工单元, 1:是, 0:否
;#503: 是否进行选择加工路径, 1:是, 0:否
;#504: 是否进行选择重新运行加工路径, 1:是,
0:否
;#511: 工件测量 X 尺寸
;#512: 工件测量 Y 尺寸
IF[#500 NE 1] THEN #500 = 0; 保证状态选择
数据合法性的强制处理
IF[#501 NE 1] THEN #501 = 0;
IF[#502 NE 1] THEN #502 = 0;
IF[#503 NE 1] THEN #503 = 0;
IF[#504 NE 1] THEN #504 = 0;
;=====定制程序段开始=====
;定义一个一维变量数组 A1, 用于用户界面数据交互
G100 P222 L1 A1 D1 U7
;公共宏变量值赋给一维变量 A1
G100 P222 L5 A1 I1 E#500; 是否调机模式
G100 P222 L5 A1 I2 E#501; 是否进行选择识别
单元
G100 P222 L5 A1 I3 E#502; 是否进行选择加工
单元
G100 P222 L5 A1 I4 E#503; 是否进行选择加工
路径
G100 P222 L5 A1 I5 E#504; 是否进行选择重新
运行加工路径

```

```

G100 P222 L5 A1 I6 E#511; 工件测量 X 尺寸
G100 P222 L5 A1 I7 E#512; 工件测量 Y 尺寸
;定制交互对话框
G100 P220 L101; 清除定制对话框按钮
G100 P220 L102 V1 F1 E1 (确定); 添加定制对
话框按钮
G100 P220 L102 V2 F2 (取消); 添加定制对话框
按钮
G100 P220 L102 V3 F8 (暂停); 添加定制对话框
按钮
G100 P220 L201 A1; 绑定变量数组
G100 P220 L203; 清除数组末维变量分类条目
G100 P220 L204 C2 (是否进行选择识别单元);
添加数组末维变量分类条目
G100 P220 L204 C3 (是否进行选择加工单元);
添加数组末维变量分类条目
G100 P220 L204 C4 (是否进行选择加工路径);
添加数组末维变量分类条目
G100 P220 L204 C5 (是否进行选择重新运行加工
路径); 添加数组末维变量分类条目
G100 P220 L204 C1 (是否调机模式); 添加数组
末维变量分类条目
G100 P220 L204 C6 R1 (工件测量 X 尺寸); 添加
数组末维变量分类条目, 这里设为只读
G100 P220 L204 C7 R1 (工件测量 Y 尺寸); 添加
数组末维变量分类条目, 这里设为只读
;显示交互对话框
N55
M36; 程控红灯亮 (如果有必要,弹出对话框时进
行的报警提示)
M41; 程控蜂鸣器响 (如果有必要,弹出对话框时
进行的报警提示)
G100 P220 L209 (公共宏变量调机参数设置); 弹
出变量数组设置对话框
M38; 程控对灯和蜂鸣器控制取消 (如果有必要,
弹出对话框时进行的报警提示)
;处理交互对话框的按钮操作
IF[#270 EQ 1] GOTO51; 确定
IF[#270 EQ 2] GOTO52; 取消
IF[#270 EQ 3] GOTO53; 暂停
GOTO53; 其它按暂停处理
N51; 确定
G100 P222 L6 A1 I1; A1 数组变量转存到公共宏
变量
#500 = #280;

```

```

G100 P222 L6 A1 I2
#501 = #280;
G100 P222 L6 A1 I3
#502 = #280;
G100 P222 L6 A1 I4
#503 = #280;
G100 P222 L6 A1 I5
GOTO59
N52; 取消
GOTO59
N53; 暂停
M500
GOTO55
N59
;结束时要删除一维变量数组 A1
G100 P222 L2 A1
;=====定制程序段结束=====
M30
%
```

```

#504 = #280;
IF[#500 NE 1] THEN #500 = 0; 保证状态选择
数据合法性的强制处理
IF[#501 NE 1] THEN #501 = 0;
IF[#502 NE 1] THEN #502 = 0;
IF[#503 NE 1] THEN #503 = 0;
IF[#504 NE 1] THEN #504 = 0;
```

## 第五节 二维变量数组设置对话框

本示例通过宏程序来定制二维变量数组设置的交互对话框，其主要实现流程包括以下几个方面。

- 1) 定义二维数组，第一维表示点序号，第二维表示点 X、Y、Z 坐标值，并将每个点的 X、Y、Z 坐标值设置到数组变量相应的位置。
- 2) 定制对话框，绑定已定义的数组，添加数组末维变量分类条目名称（图 13-3 中表格第一行所示），并将 Y、Z 坐标列设为只读。
- 3) 弹出对话框，如图 13-3 所示。



图 13-3

### 【程序样例】

```

(DATE=DD-MM-YY 12-06-2014
TIME=HH-MM-SS 15:47:59)
%
O502
G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98
G100 P222 L1 A1 D2 U4 V3;定义一个尺寸为4的
二维数组 A[4][3]，并给其赋值如下
G100 P222 L5 A1 I1 J1 E1.2000; A[0][0] = 1.2
G100 P222 L5 A1 I1 J2 E3.1400; A[0][1] =
3.14
G100 P222 L5 A1 I1 J3 E4.1500; A[0][2] =
4.15
G100 P222 L5 A1 I2 J1 E2.5000; A[1][0] = 2.5
G100 P222 L5 A1 I2 J2 E3.1400; A[1][1] =
3.14
G100 P222 L5 A1 I2 J3 E4.1500; A[1][2] =
4.15
G100 P222 L5 A1 I3 J1 E9.5000; A[2][0] = 9.5
G100 P222 L5 A1 I3 J2 E10.1400; A[2][1] =
10.14
G100 P222 L5 A1 I3 J3 E5.1500; A[2][2] =
5.15
```

G100 P222 L5 A1 I4 J1 E5.5000; A[3][0] = 5.5  
 G100 P222 L5 A1 I4 J2 E0.5500; A[3][1] = 0.55  
 G100 P222 L5 A1 I4 J3 E1.2900; A[3][2] = 1.29  
 N50  
 G100 P220 L101; 清除定制对话框按钮  
 G100 P220 L102 V1 F8 (暂停); 添加定制对话框按钮  
 G100 P220 L102 V2 F10 E1 (继续); 添加定制对话框按钮  
 G100 P220 L201 A1; 绑定变量数组  
 G100 P220 L202 I1 (点序号); 设置数组非末维条目名称  
 G100 P220 L203; 清除数组末维变量分类条目  
 G100 P220 L204 C1 (X 坐标); 添加数组末维变量分类条目  
 G100 P220 L204 C2 R1 (Y 坐标); 添加数组末维变量分类条目  
 G100 P220 L204 C3 R1 (Z 坐标); 添加数组末维变量分类条目  
 N55  
 M36; 程控红灯亮

M41; 程控蜂鸣器响  
 G100 P220 L209 (点列坐标); 弹出变量数组设置对话框  
 M38; 程控对灯和蜂鸣器控制取消  
 IF[#270 EQ 1] GOTO51; 暂停  
 IF[#270 EQ 2] GOTO52; 继续  
 GOTO51; 其它按暂停处理  
 N51; 暂停  
 M500  
 GOTO55  
 N52; 继续  
 GOTO59  
 N59  
 M30  
 %

## 第六节 输出变量到目标文件

本示例通过宏程序来实现将结果数据以及保存时间输出到 TXT 文本文件中,其主要实现流程包括以下几个方面。

- 1) 清除 1-2000 号变量数据,并将结果数据更新到 101—110 号变量。
- 2) 打开目标文件并定义其编号为 1 将要输出的变量格式化为文本并输出到打开的 TXT 文件中。
- 3) 关闭已经打开的文件。

输出到 TXT 文件的内容如图 13-4 所示。



图 13-4

### 【程序样例】

```
(DATE=DD-MM-YY 11-11-2014
TIME=HH-MM-SS 09:56:04)
%
O500
G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98
G100P150L10; 清除 1 至 2000 号的所有数据,保证不重复更新
;假如测量数据已知,将测量数据更新到 101—110 号变量
G100P150L20 S101; 开始连续更新数据
G100P150L22 X81.0000 Y67.5880 Z-2.3000; 更新 101 号数据
G100P150L22 X53.0000 Y67.5960 Z-0.3000; 更新 102 号数据
G100P150L22 X20.0000 Y67.6000 Z-2.3000; 更新 103 号数据
G100P150L22 X-15.0000 Y67.6060 Z-2.3000; 更新 104 号数据
```

```
G100P150L22 X-51.0000 Y67.6030 Z-0.3000;
更新 105 号数据
G100P150L22 X-85.0000 Y67.6000 Z-2.3000;
更新 106 号数据
G100P150L22 X100.2430 Y50.0000 Z-2.3000;
更新 107 号数据
G100P150L22 X100.2580 Y0.0000 Z-0.3000;
更新 108 号数据
G100P150L22 X100.2580 Y-21.0000 Z-2.3000;
更新 109 号数据
G100P150L22 X100.2560 Y-50.0000 Z-0.3000;
更新 110 号数据
G100P150L21; 结束连续更新数据
;=====
=====
;输出 101 至 110 号数据的 XYZ 坐标至指定文件。
#2=#2400/10000; 从系统变量当前日期提取年
#3=[#2-FIX[#2]]*100; 提取月
#4=ROUND[[#3-FIX[#3]]*100]; 提取日
#5=#2401/10000; 从系统变量当前时刻提取时
#6=[#5-FIX[#5]]*100; 提取分
#7=ROUND[[#6-FIX[#6]]*100]; 提取秒
G100P221L10 F1 (F:\EN3D_WORK\外部扩展指令的 DEMO 示例输出变量到目标文件\轮廓测量 XYZ.TXT); 打开文件作为 1 号
G100P221L20 F1
(=====
==<ELN:>); 输出分隔符至 1 号文件
G100P221L20 F1 (<FMT:D,#2>年
<FMT:.2D,#3>月<FMT:.2D,#4>日); 输出日期至
1 号文件
G100P221L20 F1 (<FMT:.2D,#5>时
<FMT:.2D,#6>分<FMT:.2D,#7>秒<ELN:>); 输
```

```
出时间至 1 号文件
G100P221L20 F1 (NO. X Y
Z<ELN:>); 输出编号及坐标标记至 1 号文件
G100P150L30 S101; 开始连续获取测量数据
#1 = 1
WHILE[#1 LE 10] DO 1
G100P150L32; 测量数据读取
G100P221L20 F1
(<FMT:-6.D,#1><FMT:12.4F,#281>); 输出读取
的数据 X 至 1 号文件。
G100P221L20 F1
(<FMT:12.4F,#282><FMT:12.4F,#283><ELN:>
); 输出读取的数据 YZ 至 1 号文件。
#1 = #1 + 1
END 1
G100P221L20 F1 (<ELN:2>); 连续换 2 行
G100P221L11 F1; 关闭 1 号文件
G100P150L31; 结束连续获取测量数据
M30
%
最终输出数据如下图 13-5 :
```

```
=====
2015年03月12日14时05分44秒
=====
```

| NO. | X        | Y        | Z       |
|-----|----------|----------|---------|
| 1   | 81.0000  | 67.5880  | -2.3000 |
| 2   | 53.0000  | 67.5960  | -0.3000 |
| 3   | 20.0000  | 67.6000  | -2.3000 |
| 4   | -15.0000 | 67.6060  | -2.3000 |
| 5   | -51.0000 | 67.6030  | -0.3000 |
| 6   | -85.0000 | 67.6000  | -2.3000 |
| 7   | 100.2430 | 50.0000  | -2.3000 |
| 8   | 100.2580 | 0.0000   | -0.3000 |
| 9   | 100.2580 | -21.0000 | -2.3000 |
| 10  | 100.2560 | -50.0000 | -0.3000 |

图 13-5

## 第七节 对话框实现 PLC 数据交互

本示例通过宏程序来实现与 PLC 中 D 数据区指定参数地址的交互，其主要实现流程包括以下几方面。

- 1) 定义 2 行 2 列的 CSV 表格，添加表格条目名称。
- 2) 获取需要交互的 D 区参数地址相对应的值，并初始化到 CSV 表格中。
- 3) 定制对话框按钮，并弹出交互对话框，设置值。
- 4) 将设置的值保存到 D 区相应的参数地址。

弹出的设置对话框如图 13-6 所示。



图 10-6

### 【程序样例】

```
%
(调用方法:)
(M98 P5)
O5
#11 = 3; T 参数地址
#12 = 4; C 参数地址
#13 = 5; K 参数地址
#14 = 6; D 参数地址
G100 P224 L1 T1 U2 V2; 定义 2 行 2 列的 CSV
表格
G100 P224 L4 T1 R1 C1 (名称); 添加表格第一
列条目名称
G100 P224 L4 T1 R1 C2 (值); 添加表格第二列
条目名称
G100 P224 L4 T1 R2 C1 (料仓); 添加表格第一
列第二行条目名称
G100 P226 L2 T#11; 获取 T 指令指定位置数据值
#21 = #220
G100 P226 L2 C#12; 获取 C 指令指定位置数据值
#22 = #220
G100 P226 L2 K#13; 获取 K 指令指定位置数据值
#23 = #220
G100 P226 L2 D#14; 获取 D 指令指定位置数据
值
#24 = #220
G100 P224 L5 T1 R2 C2 D#24; 将要设置的指
令地址添加到 CSV 表格的指定单元中
G100 P220 L101; 清除定制对话框按钮
G100 P220 L102 V1 F8 (暂停); 添加定制对话框
按钮
G100 P220 L102 V2 F5 (保存); 添加定制对话框
按钮
G100 P220 L102 V3 F10 E1 (取消); 添加定制对
```

```
话框按钮
G100 P220 L211 T1; 对话框绑定 CSV 表格
G100 P220 L212 E1 F1; 设置表格固定行和固定
列个数
G100 P220 L213 R2 C1 U-1; 设置表格指定范围
的单元为只读(第一列第二行到最后一行只读)
N55
M36; 程控红灯亮(如果有必要, 弹出对话框时进
行的报警提示)
M41; 程控蜂鸣器响(如果有必要, 弹出对话框时
进行的报警提示)
G100 P220 L219 (PLC 数据交互); 弹出 CSV 表格
设置对话框
M38; 程控对灯和蜂鸣器控制取消(如果有必要,
弹出对话框时进行的报警提示)
IF[#270 EQ 1] GOTO51; 暂停
IF[#270 EQ 2] GOTO52; 保存
IF[#270 EQ 3] GOTO53; 取消
GOTO51; 其它按暂停处理
N51; 暂停
M500
GOTO55
N52;保存
G100 P224 L6 T1 R5 C2
#14 = #280
G100 P224 L6 T1 R5 C3
#24 = #280
G100 P226 L1 D#14 V#24;
N53; 取消
GOTO59
N59
M99
%
```

## 第八节 CSV 文件的加载显示与保存

本示例实现了加载 CSV 文件数据到表格并选择是否弹出表格进行编辑修改, 主要实现流程如下。

- 1) 定义一个规定编号行数和列数的 CSV 表格。
- 2) 加载 CSV 文件数据到已定义 CSV 表格。
- 3) 检查加载的文件数据是否为空, 若为空则将其初始化。
- 4) 判断是否弹出表格对话框进行编辑, 若不选择弹出对话框则结束或继续进行后面的程序, 若选择

弹出表格编辑, 则弹出表格进行编辑, 确定后将表格数据保存到 CSV 文件, 取消则不保存。弹出编辑对话框如图 13-7 所示。

| 单板序号 | 单元序号 | 是否选择测量 |
|------|------|--------|
| 1    | 1    | 0      |
| 1    | 2    | 1      |
| 1    | 3    | 1      |
| 1    | 4    | 1      |
| 1    | 5    | 1      |
| 1    | 6    | 1      |
| 2    | 1    | 0      |
| 2    | 2    | 0      |
| 2    | 3    | 0      |
| 2    | 4    | 0      |
| 2    | 5    | 0      |
| 2    | 6    | 0      |

图 13-7

**【程序样例】**

(DATE=DD-MM-YY 10-04-2015

TIME=HH-MM-SS 09:00:59)

%

O500

G0 G17 G40 G49 G54 G90 G98

#891 = 1; 是否选择检测单元

#541 = 2; 单板个数

#542 = 6; 单板上单元个数

G100 P224 L2 T1; 删除已定义的编号为 1 的 CSV 表格

G100 P224 L1 T1 U[#541\*#542+1] V3; 定义编号为 1、行数为#541\*#542+1、列数为 3 的 CSV 表格

G100 P224 L8 T1 (D:\存储文件夹\选择检测单元.CSV); 加载 CSV 文件数据到 CSV 表格

#3 = 2

#1 = 1

WHILE[#1 LE #541] DO 1

#2 = 1

WHILE[#2 LE #542] DO 2;

G100 P224 L5 T1 R#3 C1 D#1 E0; 将单板序号设置到表格第 1 列第#3 行

G100 P224 L5 T1 R#3 C2 D#2 E0; 将单元序号设置到表格第 2 列第#3 行

G100 P224 L6 T1 R#3 C3; 获取第 3 列第#3 行的数据值

IF[#280 EQ #0] GOTO200

GOTO201

N200

G100 P224 L5 T1 R#3 C3 D0 E0; 若 CSV 文件

数据为空，则初始化为 0

N201

#2 = #2 + 1;

#3 = #3 + 1

END 2;

#1 = #1 + 1

END 1

IF[#891 NE 1] GOTO10;是否选择检测单元

G100 P220 L101; 清除定制对话框按钮

G100 P220 L102 V1 F8 (取消); 添加定制对话框按钮

G100 P220 L102 V2 F10 E1 (确定); 添加定制对话框按钮

G100 P220 L211 T1; 定制对话框绑定 CSV 表格  
G100 P224 L4 T1 R1 C1 (单板序号); 添加已

定义表格第 1 行第 1 列的条目名称

G100 P224 L4 T1 R1 C2 (单元序号); 添加已定义表格第 1 行第 2 列的条目名称

G100 P224 L4 T1 R1 C3 (是否选择测量); 添加已定义表格第 1 行第 3 列的条目名称

G100 P220 L212 E1 F2; 设置表格第 1 行为固定行，第 1 列和第 2 列为固定列

M36; 程控红灯亮(如果有必要，弹出对话框时进行的报警提示)

M41; 程控蜂鸣器响(如果有必要，弹出对话框时进行的报警提示)

G100 P220 L219 (选择检测单元); 弹出 CSV 表格设置对话框

M38; 程控对灯和蜂鸣器控制取消(如果有必要，弹出对话框时进行的报警提示)

IF[#270 EQ 1] GOTO51; 取消

IF[#270 EQ 2] GOTO52; 确定

GOTO51; 其它按取消处理

N51; 取消

GOTO10

N52; 确定

G100 P224 L9 T1 (D:\存储文件夹\选择检测单元.CSV); 将 CSV 表格设置的数据保存到 CSV 文件

GOTO10

N10

M30

%